

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD LABORAL E
HIGIENE AMBIENTAL



PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL
GRADO DE BACHILLERATO EN
INGENIERÍA EN SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL

Propuesta de programa de seguridad en máquinas para los
riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de
PVC en el área de extrusión en la empresa Durman by Aliaxis

Estudiante: Jimmy Andrés Rojas Rodríguez


Alajuela, enero 2021



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Alfonso Navarro Garro e Ing. Adriana Campos Fumero, el asesor académico la Ing. Gabriela Morales Martínez y la Coordinación de Proyectos de Graduación la Ing. Mónica Carpio Chaves, como requisito parcial para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Tecnológico de Costa Rica.

 Firmado digitalmente por MARIA GABRIELA MORALES MARTINEZ (FIRMA) activo; cadena protegida ubicación: cartago fecha: 2021.01.28 10:21:12 -0500

Ing. Gabriela Morales Martínez
Asesor académico

Firmado digitalmente por MONICA MARIA CARPIO CHAVES (FIRMA) activo; cadena protegida ubicación: cartago fecha: 2021.01.28 09:50:14 -0500

Ing. Mónica Carpio Chaves
Coordinación Trabajos Finales de
Graduación

Firmado digitalmente por RAFAEL ALFONSO NAVARRO GARRO (FIRMA) activo; cadena protegida ubicación: cartago fecha: 2021.01.28 10:21:02 -0500

Ing. Alfonso Navarro Garro
Profesor Evaluador
Director EISLHA

Firmado digitalmente por ADRIANA MARIA CAMPOS FUMERO (FIRMA) activo; cadena protegida ubicación: cartago fecha: 2021.01.28 10:24:28 -0500

Ing. Adriana Campos Fumero
Profesora Evaluadora

Cartago
28 de enero, 2021

Agradecimiento

En primera instancia agradecer a Dios por la darme la oportunidad de cumplir un sueño que al fin llega a culminarse con esfuerzo y dedicación.

A mi familia que sin ellas no podría haber sido lo que lo que hoy soy. A mis padres, uno que desde el cielo me ayudó a poder cumplir con lo que siempre anhele y a mi madre que me forjó con los valores de la persona que hoy soy.

A mi profesora asesora, la ingeniera Gabriela Morales Martínez, por toda su ayuda, dedicación y esmero, que en momentos de angustia siempre tuvo las palabras y la guía para poder salir adelante. A los profesores lectores los ingenieros Alfonso Navarro Garro y Adriana Campos Fumero, quienes fueron mi guía no solo como lectores sino como profesionales durante la carrera. A la ingeniera Mónica Carpio Chaves y Carlos Mata Montero, donde su valor como personas marcaron mucho esta etapa para poder culminarla con éxito.

Al Ingeniero Randall Ramírez Ruiz, quien siempre me impulsó para poder culminar con la carrera y con su ayuda, amistad y guía es parte fundamental de este logro que compartimos como personas.

Dedicatoria

A mi esposa e hijas quienes han sido
mi razón de ser, pero de igual forma
las sacrificadas en este proceso.

Resumen

El siguiente proyecto de graduación se elaboró en la empresa Durman by Aliaxis, la cual es una industria dedicada a la producción de tubería y de pegamentos para las mismas, de igual manera desarrolla plantas de tratamiento y sistemas de riesgo.

El objetivo de estudio tuvo como fin, la elaboración de una propuesta para desarrollar un programa de seguridad en máquinas en riesgos mecánicos, mediante la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la propuesta de diseño para el control de estos en el área de extrusión dada la necesidad de cumplir con el estándar de seguridad en máquinas corporativo.

En este proyecto se observó el proceso y se identificaron los peligros de las tareas que lo componen, de igual manera se evaluaron los riesgos, otorgando una clasificación a cada de ellos y una significancia para determinar las acciones a seguir.

En el programa se propusieron diferentes medidas de protección en máquinas, por medio de metodologías para la evaluación, mejora y seguimiento de este.

La evaluación antes mencionada se realizó con la matriz establecida por la norma INTE/ISO 12100:2016.

Al finalizar este proyecto se generó un programa donde se brindaron recomendaciones y se propuso un diseño en las 6 líneas de extrusión para las extrusoras, jaladoras, sierras y campaneadora con la finalidad de atender los peligros y controlar los riesgos evaluados.

Palabras claves: Seguridad en máquinas, Extrusión, Programa, Peligros mecánicos.

ABSTRACT

The following graduation project was developed in the company Durman by Aliaxis, which is an industry dedicated to the production of pipes and glues for them, in the same way it develops treatment plants and risk systems.

The objective of the study was to develop a proposal to develop a safety program for machines in mechanical risks, by identifying hazards, evaluating risks and proposing a design to control these in the extrusion area. given the need to comply with the corporate machine safety standard.

In this project the process was observed and the dangers of the tasks that comprise it were identified, in the same way the risks were evaluated, giving a classification to each of them and a significance to determine the actions to be followed.

Different machine protection measures were proposed in the program, by means of methodologies for its evaluation, improvement and monitoring.

The aforementioned evaluation was carried out with the matrix established by the INTE / ISO 12100: 2016 standard.

At the end of this project, a program was generated where recommendations were provided and a design was proposed in the 6 extrusion lines for the extruders, pullers, saws and bell machines in order to address the hazards and control the assessed risks.

Keywords: Machine safety, Extrusion, Program, Mechanical hazards.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Identificación de la empresa	2
1. Visión y Misión de la empresa	2
2. Antecedentes Históricos	2
3. Ubicación geográfica	3
4. Organigrama de la organización	3
5. Cantidad de empleados	3
6. Mercado	4
7. Proceso productivo y productos	4
B. Planteamiento del problema	6
C. Justificación	7
D. Objetivos del proyecto	9
1. Objetivo general	9
2. Objetivos específicos	9
E. Alcances y limitaciones	10
1. Alcances	10
2. Limitaciones	10
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA	19
A. Tipo de Investigación	20
B. Fuentes de información	20
1. Fuentes primarias	20
2. Fuentes secundarias	21
C. Población y muestra	21
D. Operacionalización de variables	22
E. Descripción de instrumentos de investigación (fuente)	25
1. Matriz de identificación de peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión según la norma INTE/ISO 12100:2016.	25

2. Listas de verificación para la identificación de peligros mecánicos de acuerdo con la matriz IPER Durman by Aliaxis.	25
3. Entrevista semiestructurada	26
4. Matriz resumen	26
5. Gráfica de barras	26
6. Matriz de evaluación de riesgos mecánicos asociados a la operación de la máquina de producción de tuberías de extrusión acuerdo con la norma ISO13849-1.	27
7. Diagrama Ishikawa	29
8. Matriz de involucrados	29
9. Propuesta de diseño de seguridad en máquinas de acuerdo con las normas INTE/ISO 13849:2016 y la INTE/ISO 14120:2016	30
10. Matriz de asignación de responsabilidades	31
11. Guía de elaboración de programas de capacitación.	31
12. Matriz de cumplimiento de controles del programa.	31
F. Plan de análisis	32
1. Objetivo específico 1	33
2. Objetivo específico 2	35
3. Objetivo específico 3	36
IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	37
A. Peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías de extrusión.	38
1. Matriz de identificación de peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de extrusión según la norma ISO 12100	38
2. Lista de verificación IPER Durman by Aliaxis	48
3. Entrevista Semiestructurada	50
B. Evaluación de riesgos mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión según la norma ISO 13849-1.	52
1. Matriz para la evaluación del nivel de protección de los dispositivos de seguridad según la norma 13849-1	52
2. Diagrama de Ishikawa	55
3. Matriz de involucrados del programa	58

C. Conclusiones	60
D. Recomendaciones	61
V. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	62
VI. BIBLIOGRAFÍA	63
VII. APÉNDICE	67
Apéndice 1. Reseña histórica de Durman by Aliaxis a nivel internacional	68
Apéndice 2. Organigrama de la empresa	78
Apéndice 3. Diagrama Ishikawa	79
Apéndice 4. Matriz de involucrados	79
Apéndice 5. Propuesta de diseño de seguridad en máquinas de acuerdo con las normas INTE/ISO 13849:2016	80
Apéndice 6. Matriz de asignación de responsabilidades	80
Apéndice 7. Línea E-1 Extrusora	81
Apéndice 8. Línea E-1 Jaladora	83
Apéndice 9. Línea E-1 Sierra	84
Apéndice 9. Línea E-1 Sierra	85
Apéndice 10. Línea E-1 Campaneadora	86
Apéndice 10. Línea E-1 Campaneadora	87
Apéndice 10. Línea E-1 Campaneadora	88
Apéndice 11. Línea E-2 Extrusora	89
Apéndice 11. Línea E-2 Extrusora	90
Apéndice 12. Línea E-2 Jaladora	91
Apéndice 13. Línea E-2 Sierra	92
Apéndice 13. Línea E-2 Sierra	93
Apéndice 14. Línea E-10 Extrusora	94
Apéndice 14. Línea E-10 Extrusora	95
Apéndice 15. Línea E-10 Jaladora	96
Apéndice 16. Línea E-10 Sierra	97
Apéndice 16. Línea E-10 Sierra	98
Apéndice 17. Línea E-23 Extrusora	99
Apéndice 17. Línea E-23 Extrusora	100

Apéndice 18. Línea E-23 Peletizadora	101
Apéndice 19. Línea E-24 Extrusora	102
Apéndice 19. Línea E-24 Extrusora	103
Apéndice 20. Línea E-24 Jaladora	104
Apéndice 21. Línea E-24 Sierra	105
Apéndice 21. Línea E-24 Sierra	106
Apéndice 22. Línea E-24 Campaneadora	107
Apéndice 22. Línea E-24 Campaneadora	108
Apéndice 22. Línea E-24 Campaneadora	109
Apéndice 22. Línea E-24 Campaneadora	110
Apéndice 23. Línea E-28 Extrusora	111
Apéndice 23. Línea E-28 Extrusora	112
Apéndice 24. Línea E-28 Jaladora	113
Apéndice 25. Línea E-28 Campaneadora	114
Apéndice 25. Línea E-28 Campaneadora	115
Apéndice 25. Línea E-28 Campaneadora	116
Apéndice 26. Línea E-28 Sierra	117
Apéndice 26. Línea E-28 Sierra	118
VIII.ANEXOS	119
Anexo 1. Ubicación Durman by Aliaxis	120
Anexo 2. Diagrama línea de extrusora	120
Anexo 3. Matriz de identificación de peligros	121
Anexo 4. Lista de verificación para la identificación de peligros	125
Anexo 5. Clasificación del riesgo.	126
Anexo 6. Lista de Verificación para la identificación de Peligros, basada en listado OIT	127
Anexo 7. Matriz IPER (Identificación de peligros y valoración de riesgos)	127
Anexo 8. Entrevista Semiestructurada sobre la protección a maquinaria y sus funciones.	128
Anexo 9. Matriz de evaluación de riesgos basado en HRN Calificación Numérica del Riesgo	129
(Hazzard Rating Numeric System).	129

Anexo 10. Guia para la elaboración de programa de capacitación	135
Anexo 11. Guia para la elaboración de programa de capacitación	136

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de las variables del objetivo específico 1	20
Cuadro 2. Operacionalización de las variables del objetivo específico 2	21
Cuadro 3. Operacionalización de las variables del objetivo específico 3	22
Cuadro 4. Análisis de riesgo	26
Cuadro 5. Principales niveles de riesgo de la extrusora E-1	37
Cuadro 6. Principales niveles de riesgo de la extrusora E-2	39
Cuadro 7. Principales niveles de riesgo de la extrusora E-10	40
Cuadro 8. Principales niveles de riesgo de la extrusora E-23	41
Cuadro 9. Principales niveles de riesgo de la extrusora E-24	42
Cuadro 10. Principales niveles de riesgo de la extrusora E-28	44
Cuadro 11. Resumen de la lista de verificación IPER Durman by Aliaxis	59
Cuadro 12. Evaluación del nivel de protección de dispositivos de seguridad según ISO 13849-1 para la línea E-1, E-24 y E-28.	63
Cuadro 13. Evaluación del nivel de protección de dispositivos de seguridad según ISO 13849-1 para la línea E-2 y E-10.	63
Cuadro 14. Evaluación del nivel de protección de dispositivos de seguridad según ISO 13849-1 para la línea E-23.	64
Cuadro 15. Matriz de involucrados en la ejecución del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Jerarquía de controles	14
Figura 2. Estimación de riesgo en máquinas	27
Figura 3. Plan de análisis	30
Figura 4. Cantidad de peligros altos y bajos significativos identificados en máquinas que integran las líneas de extrusión	36
Figura 5. Comparación de los niveles de riesgo altos y bajos significativos en las líneas extrusoras	45
Figura 6. Tipo de peligros que generan mayor exposición al riesgo en las actividades de extrusión	60
Figura 7. Comparación de peligros altos y bajos significativos de las líneas extrusoras	61
Figura 8. Diagrama Ishikawa acerca de las condiciones asociadas a los riesgos mecánicos presentes en las máquinas de extrusión	66

I. INTRODUCCIÓN

A. Identificación de la empresa

El proyecto se realizó en la empresa Durman by Aliaxis, dedicada a la fabricación, comercialización y distribución de tubería y accesorios de PVC y CPVC, pegamentos para PVC y CPVC, tanques, fosas sépticas y cisternas de polietileno (Durman by Aliaxis, 2017).

1. Visión y Misión de la empresa

La misión consiste en tener “la pasión de crear soluciones innovadoras y sustentables para el agua y la energía. Proveemos al mundo avanzados sistemas plásticos de tuberías, liderando la industria y anticipándonos a la rápida evolución de la necesidad de nuestros clientes” (Durman by Aliaxis, 2017).

Visión es hacer “que la vida fluya, dando forma a un futuro mejor, conectando gente, agua y energía” (Durman by Aliaxis, 2017).

2. Antecedentes Históricos

Arthur Durman Carranza funda Durman Esquivel S. A. en 1959 en San José, Costa Rica. De acuerdo con la FCCA banca de inversión (2007) “La empresa inició con una planta de tuberías de PVC en 1962. Seis años después amplió su operación con una planta de inyección para la fabricación de accesorios de PVC. Muy pronto Durman Esquivel trascendió las fronteras del país” (Durman by Aliaxis, 2017).

En el 2009, Durman Esquivel es adquirido por Aliaxis, luego pasa a ser Durman by Aliaxis (ver apéndice 1). De este modo, surge una fusión entre dos empresas líderes (Durman/ Aliaxis) en el mercado, quienes deciden unificar fuerzas y aprovechar la fortaleza financiera y tecnológica de una, así como el liderazgo y la presencia en la región de la otra.

De la fusión de las dos empresas surge Aliaxis Latinoamérica, una nueva entidad presente a lo largo de 13 países de la Región Latinoamericana (Durman by Aliaxis, 2017).

3. Ubicación geográfica

Durman by Aliaxis Costa Rica se ubica en el Coyol de Alajuela en la zona franca Pro-Park y cuenta con 17,7 hectáreas (Ver anexo 1).

4. Organigrama de la organización

En la compañía se cuenta con 380 trabajadores, para Durman by Aliaxis es esencial la salud y seguridad de los empleados, socios y visitantes. El Departamento de Salud Ocupacional pertenece al área de manufactura y reporta a la Gerencia Regional de *Enviroment Health and Safety* (EHS por sus siglas en inglés); compuesto por una jefatura de Salud Ocupacional y una asistencia del departamento (ver apéndice 2).

5. Cantidad de empleados

Para el mes de agosto del año 2020 Durman by Aliaxis contaba con 380 trabajadores de los cuales 15 corresponden al área en estudio, 12 son operadores de extrusión y tres de mantenimiento. Cabe destacar, que en dicha empresa mes a mes hay una variación en la cantidad de trabajadores, debido a que constantemente se contratan nuevos colaboradores dependiendo de la época.

6. Mercado

Actualmente, el mercado para Durman by Aliaxis no es solo Costa Rica, sino que también se exporta a diferentes países de América Latina, como: México, Honduras, Salvador, Nicaragua, Perú, Panamá, Colombia, Chile y Uruguay.

7. Proceso productivo y productos

La empresa desarrolla los siguientes productos y servicios en el país (Durman by Aliaxis, 2017)

- ✓ Fabricación, comercialización y distribución de tubería y accesorios de PVC y CPVC, pegamentos para PVC y CPVC, tanques, fosas sépticas y cisternas de polietileno.
- ✓ Diseño, instalación y comercialización de sistemas de riego, bombas para agua y aguas negras.
- ✓ Instalación y comercialización de geo sintéticos y plantas de tratamiento.

El área de extrusión es una de los más importantes de la empresa donde en promedio se procesan cerca 1200 toneladas de resina al mes, a continuación, se describe el proceso (Ver anexo 2):

Máquina Extrusora: se utiliza para procesar las materias primas y de reciclaje. La materia prima que se encuentra en forma de gránulos pasa a través de un embudo que abastece constantemente al cilindro o "cañón" calentado, en el interior se encuentra un husillo que empuja el material a lo largo del cilindro y a la vez genera presión y aumenta la temperatura aún más, para fundir y homogenizar la materia prima. El flujo continuo del material, la presión, temperatura y empuje permiten hacer pasar el material fundido por medio de un molde para darle la forma deseada.

Tinas (pilas) de Enfriamiento: Cada forma extruida debe refrigerarse a una temperatura a la que mantenga sus dimensiones deseadas, mediante el uso de un medio de refrigeración como gas, líquido o una superficie de contacto con metal. La eliminación del calor para mantener las dimensiones es tan importante para un proceso como agregar el calor durante la extrusión para hacer que el polímero fluya.

Jaladora de tubería: su función es darle tracción a la tubería que sale del extrusor y que pasa por el calibrador interno y la tina de enfriamiento a una velocidad requerida, también alimentará la tubería enfriada a la cortadora. El jalador es normalmente de oruga de tipo neumático, empleando estos elementos para atrapar la tubería e impartir una fuerza de tracción. La velocidad del jalador es normalmente colocada a un nivel más bajo que la velocidad de extrusión. Por esta razón es de vital importancia un control fino de ajuste de jalado.

Cortadora de tubería: La tubería es normalmente cortada por una sierra radial circular la cual viaja con la tubería para realizar el corte. La sierra se activa por un *switch* de límite que es colocado de acuerdo con la longitud de la tubería.

Campaneadora de tubería o mesa de volteo: permite tomar el tubo ya cortado a su medida y automáticamente lo pasa a un horno de formación, previo a ser introducido en un molde para la formación de la sección de acople del tubo; finalmente en este mismo proceso la campaneadora monta el o los empaques necesarios para el uso del tubo (ver anexo 2).

B. Planteamiento del problema

En los últimos 3 años la corporación Aliaxis con casa matriz en Bélgica, estableció un estándar de seguridad en máquinas (*Machine Guarding*, 2018) donde se brinda un plazo hasta el 2021 para garantizar que las máquinas en todas sus operaciones a nivel mundial cumplan con los lineamientos establecidos en dicho documento.

Dentro de los requerimientos solicitados por dicho estándar se pueden destacar las siguientes normas: ISO 13857 distancias de seguridad para evitar que las extremidades superiores e inferiores alcancen zonas peligrosas, ISO13849-1 partes relacionadas con la seguridad de los sistemas de control; Parte 1: principios generales para el diseño, ISO 13849-1:2016. Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles, ISO 12100:2016. Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación y reducción del riesgo entre otras.

El proceso cuenta con 8 líneas de máquinas extrusoras, que en su mayoría no cumplen con los estándares de seguridad, debido a que fueron adquiridas en diferentes años, y no se tomaba en cuenta la necesidad de especificaciones en seguridad con respecto a las máquinas. De no cumplir en el plazo establecido para acatar el estándar de seguridad en máquinas, la operación de Costa Rica puede verse debilitada en el descenso de producción manufacturera, lo que a su vez generaría menos fuentes de empleo y la posibilidad del traslado total del proceso de extrusión a otra planta del grupo.

C. Justificación

Aliaxis cuenta con siete estándares de seguridad que definió en el 2018, para desarrollar a tres años en las plantas manufactureras a nivel mundial, los mismos basados en los niveles de accidentabilidad que se han presentado en las distintas plantas de producción.

El proyecto se enfocó en mejorar la seguridad en máquinas que corresponde a uno de los estándares definidos por la organización en las líneas de extrusión de Durman by Aliaxis. De acuerdo con estadísticas suministradas entre los años 2016-2019, la cantidad de accidentes registrados en el área de extrusión fueron 50 que corresponde al 43% del total de los reportados para la planta de Costa Rica. De esos accidentes un 44% fueron clasificados como primeros auxilios, 24% como tratamientos médicos, 20% para tareas con restricción de trabajo y un 12% corresponde a lesiones con tiempo perdido (Durman by Aliaxis, 2019).

La situación anterior se encuentra cercana a las cifras relativas reportadas por el Consejo de Salud Ocupacional (2017), donde se indica que los accidentes generados por los riesgos mecánicos y locativos representan un 51% de la totalidad reportada para el periodo (65 080 casos); esta condición evidencia la necesidad de contar con un programa de seguridad en máquinas para reducir la accidentabilidad y controlar los peligros.

En Durman by Aliaxis Costa Rica, hay variedad de actividades, que aún no cuentan con procedimientos de trabajo seguro, como es el área de extrusión donde hay riesgos muy significativos en máquinas, de los cuales se pueden citar: falta de resguardos, micros de seguridad, ausencia de medidas de seguridad en máquinas, entre otros, de ahí la importancia de elaborar y ejecutar un programa de seguridad en máquinas.

Rodellar (1998) menciona lo siguiente: “El análisis del trabajo Seguro (ATS) es una técnica que se asegura que todos los aspectos importantes de un trabajo serán considerados y evaluados con la finalidad de determinar un procedimiento consensuado por la organización para hacer el trabajo correctamente. Si se realiza con esas premisas tiene todas las posibilidades de ser un trabajo seguro” (p.65).

Con las medidas preventivas y la estandarización de los procedimientos en máquinas se lograría una reducción de los peligros existentes, se minimizarían los accidentes laborales en máquinas. Por otro lado, al realizar este trabajo y evaluar los peligros, se evidenció las mejoras por hacer en las extrusoras. También se propusieron los posibles controles ingenieriles por realizar y su implementación dependerá de la empresa.

En caso de no implementar el proyecto de seguridad en máquinas propuesto, se podría ver afectada la seguridad y calidad en los procesos productivos generando retrasos, pérdidas, incumplimientos en los indicadores de producción, así como la continuidad de la planta manufacturera en el país.

Al poner en marcha el proyecto de seguridad en máquinas Durman by Aliaxis Costa Rica podrá reducir los riesgos mecánicos en las máquinas de producción de tuberías en extrusión aumentando la seguridad de los trabajadores y de la producción de la planta.

D. Objetivos del proyecto

1. Objetivo general

Proponer un programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión de la empresa Durman by Aliaxis, ubicado en El Coyol de Alajuela, Costa Rica, 2020.

2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar los peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión.
- ✓ Evaluar los factores de riesgo mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías extrusión según norma ISO 13849-1.
- ✓ Diseñar controles ingenieriles y administrativos para atender los riesgos mecánicos asociados a las máquinas de tuberías en extrusión.

E. Alcances y limitaciones

1. Alcances

El proyecto tuvo como alcance brindar a la organización una propuesta de un programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos en las líneas de extrusión en Durman by Aliaxis.

Para el logro de dicho alcance en las actividades, condiciones y formas de trabajo, se identificaron los riesgos y los principales peligros a los que se encuentran expuestos los trabajadores y que amenazan su seguridad. Específicamente peligros y riesgos de origen mecánico.

Luego, se realizó un análisis cualitativo de los riesgos derivados de estos peligros, que podrían llegar a afectar la seguridad de estas personas durante el desarrollo del trabajo en las líneas de extrusión.

Por último, se propuso integrar el programa de seguridad en máquinas con el fin de controlar los riesgos presentes en el área de estudio, con el fin de fomentar una cultura preventiva dentro de los involucrados en el proyecto y lograr que la organización cumpla con los estándares de seguridad en las máquinas extrusoras.

2. Limitaciones

Inicialmente el proyecto fue considerado con ocho líneas extrusoras, no obstante, se realizó únicamente en seis líneas. Lo anterior debido a que se efectuó la sustitución de dos líneas por una nueva, que tampoco se tomó en cuenta en la evaluación del proyecto, debido a que no estaba en funcionamiento para el momento en que se realizó el análisis de la situación actual.

Adicionalmente es fundamental tomar en consideración como limitante, que la cantidad de colaboradores que desarrollan las tareas en extrusión están cambiando constantemente debido a los bloqueos en calles y cuarentena por COVID-19.

II. MARCO TEÓRICO

En un mundo competitivo donde las brechas laborales han cambiado, las distancias se han acortado y las actividades profesionales se han entrelazado, surgen las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente. Dentro del mismo se encuentran las condiciones de trabajo que están directamente relacionadas con la organización, contenido de labores, relaciones sociales y participación de los trabajadores. Estas actividades pueden ser peligrosas, lo cual, genera condiciones de riesgos que pueden deteriorar el bienestar psíquico, físico y social de las personas (Hernández, 2015). Todo trabajo tiene sus peligros, lo que puede generar que los colaboradores se expongan a situaciones de riesgo que podrían traducirse en accidentes o enfermedades.

De acuerdo con Castillo y Cadena (2012), un accidente de trabajo es un suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. También se considera accidente de trabajo, aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo.

En entornos productivos en los que las máquinas cuentan con partes móviles, los diseñadores deben efectuar un análisis de riesgo, para contener o eliminar aquello que, por su naturaleza, peligro y nivel de impacto, representen una gran restricción de funcionamiento.

Los tipos de riesgos mecánicos son:

- ✓ Cortes: Es una abrasión extrema y profunda, con una agudeza del borde con la inercia de la parte móvil.
- ✓ Impacto: Este sucede cuando el cuerpo golpea, pero no perfora o penetra por la pieza en movimiento, este riesgo va incrementando, dependiendo de la inercia y forma del cuerpo móvil.

- ✓ Clavado: Es una forma extrema del impacto en la cual una parte del cuerpo es perforada por la parte móvil, este puede incrementar dependiendo de la agudeza del impacto y la inercia de esta.
- ✓ Apretón: Es cuando dos partes de la máquina se mueven y se encuentran, y entre las dos, una parte del cuerpo del operario es atrapada, este puede ocurrir entre una parte móvil y una fija.
- ✓ Cizalladura: este efecto sucede cuando entre dos partes en movimiento que se cruzan de la máquina se interpone una parte del cuerpo del operario y mutila dicha parte del cuerpo, esto puede suceder tanto entre partes de la máquina como material que se encuentra manufacturando (Granda, 2011).

En muchas ocasiones, al tomar medidas preventivas se empieza por el equipo de protección personal, decisión que resulta errónea. El análisis se basó en el orden de la pirámide de jerarquía de control de riesgos (ver figura 1).



Figura 1. Jerarquía de controles

Fuente: Aliaxis

Lo primero que se valoró fue la eliminación ver si la máquina se puede quitar y trabajar sin ella, en caso de que esto no sea una opción, se puede evaluar la sustitución de la máquina, tomando en cuenta la seguridad.

Por otro lado, se tienen los controles ingenieriles, con este tipo de intervención se pretende que el colaborador tenga un acceso restringido o controlado al peligro. De acuerdo con *Occupational Safety and Health Administration* (2009) los controles de ingeniería son los que requieren hacer cambios al lugar de trabajo con el fin de reducir los riesgos inherentes al mismo.

Se prefieren los controles ingenieriles a todos los demás, porque hacen cambios permanentes que reducen la exposición a los riesgos y no dependen del comportamiento del trabajador o del cliente.

Los riesgos de seguridad se pueden solucionar con protecciones tales como, guardas de enclavamiento, cortinas de luz, tapetes de seguridad, controles con las dos manos e interruptores de habilitación. Los cuales se pueden clasificar en dos tipos de sistemas: sistemas de guardas de aislamiento fijas y sistemas de detención (*Automation RockWell*, 2016).

Diferentes medidas de protección combinadas evitan o contienen los riesgos, ya que restringen el acceso a determinadas áreas de movimientos peligrosos de la máquina en cuanto este sea posible (Dyna 2016).

En este sentido se presentó una alternativa para la organización en controlar los eventos (accidentes e incidentes) que se presentan en las máquinas extrusoras, mediante el desarrollo de un programa de seguridad en máquinas, basado en normas internacionales que los diseñadores (INTE/ISO 14122-3:2018) dispongan de una estructura y una guía general para las decisiones durante el desarrollo de máquinas, que les permita producir equipos y/o herramientas de trabajo que sean seguros para el uso previsto (INTE/ ISO 12100:2016, 2016).

En este caso, se tomarán las correcciones y se le aplicará al diseño original o mejoras, para que de esta manera se disminuyan los riesgos. Al aplicar parte de esta norma lo que se busca es:

- ✓ Determinar los límites de la máquina que incluyen el uso previsto y cualquier mal uso razonablemente previsible de la misma.
- ✓ Identificar los peligros y las situaciones peligrosas asociados a ellos.
- ✓ Estimar el riesgo, para cada peligro y situaciones peligrosas identificadas.
- ✓ Valorar el riesgo y tomar decisiones sobre la necesidad de reducir el riesgo.
- ✓ Eliminar el peligro o reducir el riesgo asociado a dicho peligro mediante medidas de protección (INTE/ISO 12100:2016, 2016).

En este punto se presenta la necesidad de contar con un programa de seguridad en máquinas, el cual plantea la planificación, organización, ejecución y evaluación de las actividades tendientes a mantener además de mejorar las condiciones de seguridad y salud de las personas en el centro laboral (Grupo FASTMED, 2014).

Entre los requisitos que recomienda INTECO (2016), para un programa de seguridad se puede mencionar:

- ✓ Compromiso de la dirección de la institución en la mejora de la seguridad y salud en el centro laboral.
- ✓ Identificación de peligros y evaluación de riesgos.
- ✓ Prevención y control de riesgos.

Por otro lado, la norma (INTE/ISO 14120:2016, 2016) establece los criterios generales para el diseño, la construcción, y la selección de resguardos previstos para proteger a las personas de los peligros mecánicos. Esta norma indica otros peligros susceptibles que puede influir en el diseño y la construcción de resguardos. Los requisitos son aplicables si se utilizan resguardos fijos y móviles.

Un resguardo fijo es el que se mantiene en su posición de protección (cerrado) y debe de cumplir con:

- ✓ Deben impedir o minimizar la posibilidad de acceso a los puntos de peligro, en especial cuando a través de ellos se carga o se descarga material, por ejemplo, para la alimentación de las piezas a los elementos móviles de trabajo.
- ✓ Deben estar diseñados para permitir realizar operaciones tales como ajustes, lubricación o mantenimiento de rutina, sin necesidad de desmontarlos.
- ✓ Pueden ser utilizados para proteger de otros peligros, por ejemplo: para retener piezas, herramientas o fragmentos de ellas, en el caso de que salgan proyectadas; para retener emisiones de sustancias peligrosas (refrigerantes, vapores, gases, nieblas, polvo, etc.); para reducir la emisión de ruido; para retener o disipar la energía generada por una explosión, etc.
- ✓ Es fundamental tener en cuenta aspectos tales como el tipo de material, la forma, la posición, los medios de fijación al equipo de trabajo o las juntas de unión a dicho equipo. Los resguardos fijos se pueden presentar de tres formas: Como protección local, encerrados o distanciador.

Por último (INTE/ISO 14119: 2016,2016) describe la elección y el uso de enclavamientos/dispositivos de enclavamiento con o sin bloqueo en puertas de protección, cubiertas protectoras y otros resguardos de seguridad móviles. Como dispositivo de seguridad se entiende aquellos interruptores de seguridad montados en puertas de protección de modo que, al abrirse dichas puertas, provocan la desconexión segura de la máquina o instalación.

Los dispositivos de protección con bloqueo (denominados bloqueos) no permiten el acceso hasta que se ha eliminado todo riesgo de lesiones. Esto sucede, por ejemplo, en el caso de máquinas con movimiento peligrosos con inercia. Al igual que en el resto de las normas técnicas de seguridad de este tipo, en la aplicación de la norma es el fabricante de la máquina el responsable de cumplir los requisitos de la seguridad en las máquinas.

Con la implementación del programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos asociados al proceso en estudio, se pretende lograr la minimización de peligros y con ello el control de los riesgos, logrando una mejora importante en la seguridad de los operarios.

III. METODOLOGÍA

A. Tipo de Investigación

El tipo de investigación del presente proyecto es aplicada, por lo que, en la propuesta se trató de dar respuesta al problema encontrado por medio del diseño de las alternativas de solución. Para ello, también se involucraron características de investigaciones de tipo descriptivas y explicativas, pues, fue necesario describir diferentes factores que influyen a que este problema persista y, además, dar a conocer y explicar las posibles causas de cada uno de ellos (Hernández, Fernández & Baptista, 2006).

B. Fuentes de información

1. Fuentes primarias

Estas fuentes son aquellas que sistematizan en mayor medida la información, generalmente profundizan en el tema desarrollado y son altamente especializadas (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006). En el proyecto se utilizaron fuentes primarias como:

- ✓ Libros.
- ✓ Normativa: INTE.
- ✓ Documentos de Instituciones Internacionales.
- ✓ Revistas académicas
- ✓ Reservorio de proyectos de graduación del Tecnológico de Costa Rica.

2. Fuentes secundarias

Las mismas son listas, compilaciones y resúmenes de referencias o fuentes primarias publicadas en un área de conocimiento en particular. Es decir, procesan información de primera mano (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006). Esta información se obtuvo de:

- ✓ *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*
- ✓ *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).*
- ✓ Organización Internacional del Trabajo (OIT).
- ✓ Bases de datos: Ebrary, e-libro, ProQuest.

C. Población y muestra

Para efectos de la aplicación de herramientas (observaciones y entrevistas) requeridas en la recopilación de datos, se tomó en consideración a la totalidad del personal del área de estudio (población) que son 28, distribuidos en tres turnos (rotativos) de ocho horas diarias, pero con la salvedad, y según lo indicado en las limitaciones, que se trabajó con los colaboradores presentes en el momento de la aplicación de las herramientas.

Los horarios asociados a los tres turnos son de 6:00a.m. a 2:00p.m. horario considerado en la organización como el más crítico porque se da el arranque de las máquinas; de 2:00p.m a 9:00p.m y de 9:00p.m a 6:00a.m.

Los instrumentos de evaluación se aplicaron por proceso: arranque (inicio de las actividades en la línea con el calentamiento del cabezal), enhebre (longitud y diámetro que se brinda a la tubería), corte (tamaño de la tubería), empaque (es el acarreo de tubería al final de la línea), y traslado de tubería (proceso final se traslada el producto terminado). Cada instrumento de evaluación fue aplicado una única vez, lo que permitió realizar la evaluación a través de listas de verificación, de cada una de las seis líneas extrusoras en estudio.

D. Operacionalización de variables

Cuadro 1. Operacionalización de las variables del objetivo específico 1.

Objetivo	Variable	Conceptualización	Indicador	Herramientas
Identificar los peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión.	Peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión.	Se refiere a la identificación de fuentes de daño potenciales mecánicos asociados a las máquinas, que puedan causar daño a los operarios en el sector de extrusión.	Tipo de actividades que son realizadas por los operarios en las seis líneas de extrusión.	Matriz de identificación de peligros mecánicos asociados a la operación de máquinas de extrusión según la norma ISO 12100: 2016
			Cantidad de peligros mecánicos relacionados con fuentes, ambiente laboral.	Lista de verificación para la identificación de peligros mecánicos de acuerdo con la matriz IPER Durman by Aliaxis.
			Porcentaje de cumplimiento de inspecciones en seis líneas extrusoras.	Entrevistas semiestructuradas
			Cantidad de peligros mecánicos por máquina.	Matriz resumen y graficas de barras.

Cuadro 2. Operacionalización de variables del objetivo específico 2

Objetivo	Variable	Conceptualización	Indicador	Herramientas
Evaluar los factores de riesgo mecánico asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión según norma ISO13849-1	Riesgos mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión según norma ISO13849-1	Es la probabilidad de que se produzca un daño y la severidad de este, asociado a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión.	Cantidad de los riesgos mecánicos de la máquina.	Matriz para la evaluación del nivel de protección de los dispositivos de seguridad según la norma ISO13849-1
			Cantidad de riesgos mecánicos relacionados con los peligros identificados	Gráfica de barras para priorizar riesgos mecánicos.
			Cantidad de causas de los riesgos mecánicos identificados	Diagrama Ishikawa
			Cantidad de involucrados	Matriz de involucrados

Cuadro 3. Operacionalización de variables del objetivo específico 3

Objetivo	Variable	Conceptualización	Indicador	Herramientas
Diseñar controles ingenieriles y administrativos para atender los riesgos mecánicos asociados a las máquinas de tuberías de extrusión.	Controles ingenieriles y administrativos para atender los riesgos mecánicos asociados a las máquinas de tuberías de extrusión.	Documento escrito donde se recopilan las actividades, responsabilidades, medidas de seguridad, protocolos de trabajo estandarizados, diseño de los controles que se implementa para minimizar o controlar los riesgos operacionales a los que se exponen los colaboradores durante la ejecución de sus labores.	Cantidad de mejoras del programa de seguridad en máquinas.	Propuesta de diseño de seguridad en máquinas de acuerdo con la norma INTE/ISO 13849:2016 y la INTE/ISO 14120:2016
			Cantidad de responsables del programa.	Matriz de asignación de responsabilidades.
			Cantidad de capacitaciones y temas de seguridad en máquinas.	Guía de elaboración de programas de capacitación.
			Porcentaje de cumplimiento de controles del programa.	Matriz de cumplimiento de controles del programa.

E. Descripción de instrumentos de investigación (fuente)

Objetivo 1. Identificar los peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión.

1. Matriz de identificación de peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión según la norma INTE/ISO 12100:2016.

La norma INTE12100:2016 es una guía para establecer el diseño general y la evaluación de peligros mecánicos en las máquinas y para su implementación (Ver anexo 3) se requirió:

- ✓ Determinar los límites de la máquina, que incluyen el uso previsto y cualquier mal uso razonablemente previsible de la misma.
- ✓ Identificar los peligros y las situaciones peligrosas asociadas a ellos.
- ✓ Estimar el riesgo, para cada peligro y situación peligrosa identificados.
- ✓ Valorar el riesgo y tomar decisiones sobre la necesidad de reducir el riesgo.
- ✓ Eliminar el peligro o reducir el riesgo asociado a dicho peligro mediante medidas de protección.

2. Listas de verificación para la identificación de peligros mecánicos de acuerdo con la matriz IPER Durman by Aliaxis.

Las listas de verificación (ver anexo 4, 5, 6 y 7) son herramientas sencillas que permiten la recopilación de datos, la descripción o evaluación de personas, acciones o situaciones que se querían investigar. Consiste en un listado de preguntas, frases, afirmaciones o términos relacionados a un tema en particular. Dichas listas se basaron en la OIT y en la información brindada en capacitaciones por la empresa, y se implementaron para la identificación de peligros y prácticas de trabajo (Bichachi, 2012). Por otro lado, por medio de una matriz se agruparon los riesgos mecánicos.

3. Entrevista semiestructurada

Las herramientas de entrevistas semiestructuradas (ver anexo 8) consisten en preguntas abiertas que llevan a la retroalimentación entre el entrevistador y los entrevistados, donde el primero es quien dirige los temas y el orden de las preguntas. Asimismo, se permite que en el curso de la entrevista puedan surgir nuevas preguntas, en función de lo que dijo el entrevistado.

En este caso la entrevista semiestructurada se llevó a cabo con los 18 operarios de extrusión, para determinar el conocimiento sobre temas de seguridad brindados por la empresa, como lo son: uso de EPP y barricadas, manejo, bloqueo y etiquetado, verificación y procedimiento de pensando en las consecuencias (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2012).

4. Matriz resumen

Es una herramienta de gestión que permite determinar de manera resumida cuáles son los peligros mecánicos relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores

5. Gráfica de barras

Es una forma de representación gráfica que permite presentar de una forma visual los peligros mecánicos identificados en las máquinas.

Objetivo 2: Evaluar los factores de riesgos mecánicos asociados a la operación de la máquina de producción de tuberías de extrusión según norma ISO13849-1.

6. Matriz de evaluación de riesgos mecánicos asociados a la operación de la máquina de producción de tuberías de extrusión acuerdo con la norma ISO13849-1.

La matriz de evaluación de riesgos es una herramienta que permitió priorizar los mismos, de acuerdo con la probabilidad de que ocurran y sus consecuencias si se llegará a materializar. Los riesgos evaluados fueron definidos de acuerdo con los peligros identificados en las actividades críticas en el sector de extrusión (Durman by Aliaxis, 2020).

Para la correcta identificación de los riesgos relacionados a los peligros dados, se utilizó en este documento la metodología HRN Calificación Numérica del Riesgo (*Hazzard Rating Numeric System*) (ver anexo 9).

Basado en la EN 62061:2005 y, la estimación de riesgo HRN incluyo los valores necesarios definidos en el Anexo B de la norma:

- ✓ La posibilidad de Ocurrencia (LO)
- ✓ La frecuencia de la exposición (FE)
- ✓ La severidad del posible daño (DPH)
- ✓ El número de personas en el riesgo (NP)

De dicho valor se tomó en cuenta el producto de la multiplicación de cada uno de los factores para obtener el nivel de riesgo HRN ($LO \times FE \times DPH \times NP = H.R.N$) De los parámetros se obtuvo la categorización correcta para cada uno de los valores (ver cuadro 4 y figura 2).

Cuadro 4. Análisis de Riesgos

Probabilidad de ocurrencia (LO)		
15	Acceso al peligro es posible	Ciertamente va a ocurrir el accidente
8		Probable, no sorpendente de que suceda
2.5	Acceso al peligro es obstruido	Posible, se deben dar ciertas condiciones especiales
0.05		Casi imposible, solo sobre circunstancias extremas
Frecuencia de exposición (FE)		
0.5	Anual	
1	Mensual	
2	Semanal	
3	Diaria	
4	Hora	
5	Constante	
Severidad de posible daño (DPH)		
15	Fatalidad	Fatalidad o muerte de una persona
10	Mayor reversible	Perdida o amputación de miembros completos
6		Perdida de miembros, discapacidad permanente
4	Menor irreversible	Perdida de miembros menores
2	Mayor reversible	Quebraduras menores
0.5	Menor reversible	Laceraciones y rasguños menores
0.1	Slight	Raspones y heridas totalmente superficiales
Número de personas en el riesgo (NP)		
1	De 1 a 2 personas	
2	De 3 a 7 personas	
4	De 8 a 15 personas	
8	De 16 a 50 personas	
12	Mas de 50 personas	

Fuente: EN 62061:2005

Riesgo	Resultado	Calendario Acción	
Aceptable	0-1	Acción Plazo 1 año	
Muy Bajo	1-5	Acción Plazo 3 meses	
Bajo	5-10	Acción Plazo 1 mes	
Significativo	10-50	Acción Plazo 1 semana	
Alto	50-100	Acción Plazo 1 día	
Muy Alto	100-500	Acción Plazo 1 hora	
Extremos	500-1000	Acción Inmediata	
Muy Extremo	1000>	Suspender Labores	

Figura 2: Estimación de riesgo en máquinas

Fuente: EN 62061:2005

7. Diagrama Ishikawa

Es una forma de representar gráficamente el conjunto de causas que dan lugar a una consecuencia, o bien el conjunto de factores y subfactores (en las “espinas”) que contribuyen a generar un efecto común (en la “cabeza” del diagrama), (Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad, 2010), (ver apéndice 3). El diagrama se realizó con la información obtenida en la lista de verificación y observaciones no participativas para la identificación de peligros que se aplicaron a la totalidad del personal encargado del mantenimiento preventivo.

8. Matriz de involucrados

Es una herramienta que permite identificar a aquellas personas (grupos o instituciones) interesados en la realización exitosa de un proyecto o iniciativa. Permite además conocer e identificar las necesidades y capacidades de los interesados o *stakeholders* de un proyecto. Esta herramienta se utilizó para poder determinar las personas responsables en los distintos apartados del programa (Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, 2008). (Ver apéndice 4).

Objetivo 3. Diseñar controles ingenieriles y administrativos para atender los riesgos mecánicos asociados a las máquinas de tuberías de extrusión

9. Propuesta de diseño de seguridad en máquinas de acuerdo con las normas INTE/ISO 13849:2016 y la INTE/ISO 14120:2016

En el campo de la seguridad de las máquinas, las normas se estructuran de la siguiente manera:

Normas de tipo A (normas de seguridad fundamentales) que precisan conceptos fundamentales, principios para el diseño y aspectos generales que se pueden aplicar a todos los tipos de máquinas.

Normas de tipo B (normas de seguridad relativas a una materia) que tratan de un aspecto de seguridad o de un tipo de protección, que son válidas para una amplia gama de máquinas:

- ✓ Normas de tipo B1, que tratan aspectos particulares de seguridad (por ejemplo, distancias de seguridad, temperatura superficial, ruido).
- ✓ Normas de tipo B2, que tratan sobre protecciones de seguridad (por ejemplo, mandos a dos manos, dispositivos de enclavamiento, dispositivos sensibles a la presión, resguardos).

Normas de tipo C (normas de seguridad por categorías de máquinas) que tratan de requisitos de seguridad detallados para una máquina particular o para un grupo de máquinas.

Según se establece en la Norma INTE/ISO 12100 este documento es de tipo B2. Los resguardos proporcionan una reducción del riesgo tanto para la protección contra un acceso involuntario como contra partes y sustancias proyectadas. Los resguardos pueden igualmente proteger de otros peligros, por ejemplo, ruido, fuego, riesgos biológicos, y de radiación.

Una norma de tipo C puede complementar o modificar los requisitos de este documento. Para las máquinas que estén dentro del campo de aplicación de la norma de tipo C y que se hayan diseñado o construido de acuerdo con los requisitos de esta tiene prioridad (ver apéndice 5).

10. Matriz de asignación de responsabilidades

Utilizando la información de la matriz de involucrados, se elaboró la matriz de asignación de responsabilidades. Con esta se visualizaron las responsabilidades que tienen cada uno de los integrantes del proyecto, en el programa de prevención de riesgos operacionales (Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, 2008), (apéndice 6).

11. Guía de elaboración de programas de capacitación.

Es una herramienta de la cual se obtiene información sobre la efectividad del proceso de capacitación establecido en el programa de prevención de riesgos en seguridad (Bichachi, 2012) (ver anexo 10).

12. Matriz de cumplimiento de controles del programa.

Esta matriz se diseñó para llevar un registro sobre los progresos que ha desarrollado el programa después de su ejecución, por lo que está permitirá determinar: el cumplimiento de objetivos y metas, desarrollo de capacitaciones, resultado de auditorías externas e internas, controles establecidos en las máquinas y las formas de trabajo en las líneas extrusoras (ver anexo 11).

F. Plan de análisis

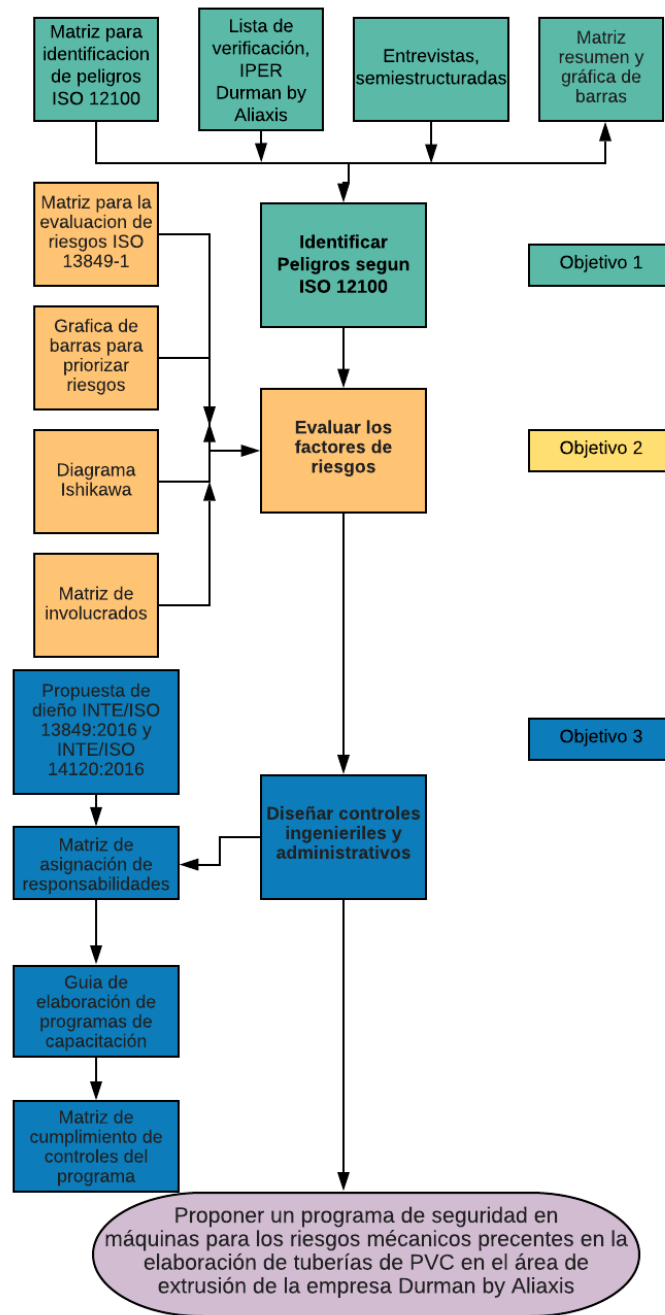


Figura 3. Plan análisis

Descripción del plan de análisis

1. Objetivo específico 1

El objetivo principal de la matriz para la identificación de peligros fue obtener información para completar la matriz de priorización de actividades e identificación de peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías de extrusión según la norma ISO12100. Por lo que los temas que se abarcaron estuvieron relacionados con las actividades que han presentado problemas en aspectos de seguridad; los criterios para definir la clasificación de las actividades como alto, medio y bajo; y la cantidad de actividades por procesos se muestran mediante un gráfico de barras.

Luego de haber determinado las actividades, se identificaron los peligros mecánicos persistentes en las mismas mediante una lista de verificación y la observación no participativa, las cuales se desarrollaron y analizaron de la siguiente forma:

- ✓ Se realizaron tres observaciones por proceso, donde se observaron las actividades críticas de cada uno de ellos.
- ✓ Se analizó cada ítem para determinar la puntuación final, si alguna de las tres observaciones de cada ítem resultaba positiva, la pregunta se determinaba como “afirmativa” para ese proceso, pero si en ninguna de las observaciones se identificaba el peligro, entonces se establecía como “negativa”, pues no se identificó.
- ✓ El análisis se desarrolló de manera que se mostrara la cantidad de peligros obtenidos por proceso y por apartado mediante el uso de gráficas de barras.
- ✓ Por otro lado, se realizó una sumatoria de los peligros identificados en total, y así se obtuvo un porcentaje de peligros por proceso.

El porcentaje se calculó de la siguiente forma: $\% \text{ obtenido} = \text{PC} / \text{PT} \times 100$. Donde: PC es la cantidad de puntos que cumplen y PT es la cantidad total de puntos de la lista de verificación.

Para reforzar la lista de verificación y obtener más información sobre los peligros relacionados a cada actividad, se aplicó una observación no participativa la cual se desarrolló y analizó de la siguiente forma:

- ✓ Se aplicó durante el desarrollo de cada una de las actividades rutinarias.
- ✓ Los apartados con los que contó la observación fueron: actividades, tareas y peligros/riesgos.
- ✓ El análisis se desarrolló de manera que se muestre la cantidad de peligros obtenidos por proceso mediante el uso de gráficas de barras.
- ✓ Por consiguiente, en la observación no participativa, además de la identificación de peligros también se determinaron los riesgos asociados a los mismos, con los cuales se desarrolló una gráfica de pastel la cual va a representar los riesgos con mayor presencia durante las actividades.

Para realizar el análisis de ambas herramientas se completó la matriz de peligros en la cual se incluyó los mismos para cada proceso y apartado.

Todos estos elementos contribuyeron a la obtención de información que colaboró a priorizar los riesgos mecánicos asociados a los peligros mecánicos identificados.

2. Objetivo específico 2

Se realizó la evaluación de los riesgos mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías de extrusión, mediante la matriz utilizada por Durman by Aliaxis, en la cual se incluyó la información obtenida en el objetivo anterior y la misma se completó de la siguiente forma:

- ✓ Se colocó la actividad, tarea y peligro/ riesgo.
- ✓ El análisis efectuado sirvió para determinar el nivel de priorización de riesgos mecánicos.
- ✓ Se utilizó un gráfico de barras para permitir una mejor visualización de la priorización de los riesgos mecánicos en máquinas de acuerdo con la metodología que establece la INTE/ISO 12100: 2016

Por último, con los resultados obtenidos en las herramientas anteriormente mencionadas realizó un diagrama de Ishikawa, el cual permite desglosar las causas y sus efectos asociados al problema en estudio.

3. Objetivo específico 3

Este objetivo tiene como punto central la propuesta del diseño de medidas preventivas en las máquinas donde se plantean mejoras en las extrusoras en cumplimiento con la normativa existente:

- ✓ INTE/ISO 12100:2016. Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación y reducción del riesgo.
- ✓ INTE/ISO 13849-1:2016. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de control relacionados con la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.
- ✓ INTE/ISO 13849-1:2016. Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.
- ✓ INTE/ISO 14119:2016. Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociado a resguardo. Principios de diseño y la selección.
- ✓ INTE/ISO 13857:2016. Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores en inferiores.
- ✓ INTE T46:2019. Control de las energías peligrosas.

Adicionalmente se establece la matriz de asignación de responsabilidades la cual permite establecer los roles que tiene cada líder en el desarrollo de la implementación del programa.

La guía de elaboración de programa de capacitación y el cumplimiento de los controles enfoca el tipo de capacitación, el tiempo y personal requerido para el cumplimiento de los objetivos relacionados con la formación de los trabajadores en este tema.

IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

De seguido se presenta el análisis de la situación actual obtenido a partir de la aplicación de las herramientas establecidas para la recopilación de la información.

A. Peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías de extrusión.

1. Matriz de identificación de peligros mecánicos asociados a la operación de las máquinas de extrusión según la norma ISO 12100

Es importante aclarar de entrada que, para efectos del presente análisis, se llamó a las seis líneas extrusoras con el nombre o nomenclatura utilizada en la organización: extrusora 1 (E-1), extrusora 10 (E-10), extrusora 2 (E-2), extrusora 23 (E-23), extrusora 24 (E-24) y extrusora 28 (E-28).

Para la definición de los peligros asociados a las líneas extrusoras se aplicó una matriz de identificación de peligros mecánicos basada en la INTE/ISO 12100: 2016 y la EN 62061:2005 (ver anexo 3), de la cual se obtuvo la cantidad y priorización de los niveles de riesgo para cada máquina que integra la línea, como se muestran en la figura 4.

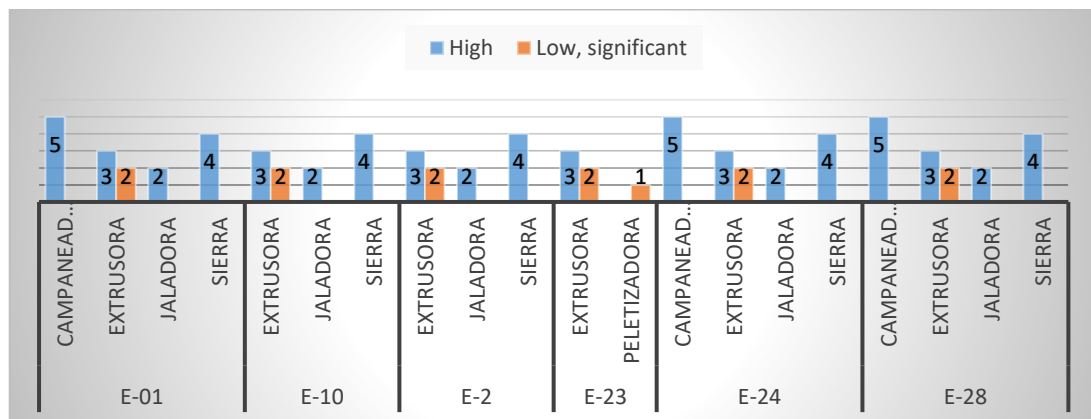


Figura 4. Cantidad y niveles de riesgo altos y bajos significativos identificados en máquinas que integran las líneas de extrusión

a. Extrusora E-1

En la línea E-1 se identificaron 14 peligros mecánicos de los cuales un 87,5% están relacionados con los niveles de riesgo establecidos como altos y un 12,5% con niveles de riesgo bajos significativos, donde las condiciones más críticas se encuentran en la campaneadora (ver apéndice 7) y la sierra (ver apéndice 9).

Cuadro 5. Principales niveles de riesgo relacionados a la extrusora 1 (E-1)

Componente	Nivel de riesgo	Origen	Consecuencias potenciales	Total
Campaneadora	Alto	Movilidad de la máquina	Aplastamiento	1
		Caída de objetos	Aplastamiento	1
		Aproximación de un elemento móvil a una parte fija	Ser atropellado	1
		Aceleración, desaceleración	Aplastamiento Ser proyectado	1
	Total			5
Total campaneadora				5
Extrusora	Alto	Energía acumulada	Ser proyectado	1
		Caída de objetos	Aplastamiento	1
		Alta presión	Ser proyectado	1
	Total			3
	Bajo significativo	Partes agudas	Enganche	1
		Energía cinética	Ser proyectado	1
	Total			2
Total extrusora				5
Jaladora	Alto	Elementos móviles	Arrastre o atrapamiento	1
		Aceleración, desaceleración	Arrastre o atrapamiento	1
	Total			2
Total jaladora				2

Componente	Nivel de riesgo	Origen	Consecuencias potenciales	Total
Sierra	Alto	Partes cortantes	Corte o seccionamiento	1
		Elementos rotativos	Corte o seccionamiento	1
		Aceleración,	Corte o seccionamiento	1
		desaceleración	Ser proyectado	1
	Total			4
Total Sierra				4
Total general				16

En la campaneadora de la E-1 se identificó un nivel alto de riesgo en la movilidad de la máquina, caída de objetos, aproximación de un elemento móvil a una parte fija y aceleración desaceleración por peligro de ser aplastado, ser atropellado o ser proyectado, tal y como lo muestra el cuadro 5.

En la sierra de la E-1 se determinó un nivel alto de riesgo en partes cortantes, elementos rotativos y aceleración desaceleración por peligro de ser proyectado y principalmente de corte y seccionamiento (ver cuadro 5).

b. Extrusora E-2

En la línea E-2 se señalaron 11 peligros mecánicos de los cuales un 81% corresponden a niveles de riesgo clasificados como altos y un 19% están relacionados con niveles de riesgo bajos significativos, donde las condiciones más críticas se encuentran en la extrusora (ver apéndice 11) y la sierra (ver apéndice 13).

En la extrusora de la E-2 se identificó un nivel alto de riesgo en la energía acumulada, caída de objetos y alta presión por peligro de ser proyectado o aplastado (Ver cuadro 6).

En la sierra de la E-2 se determinó un nivel alto de riesgo en partes cortantes, elementos rotativos y aceleración, desaceleración por peligro de ser proyectado y principalmente de corte y seccionamiento (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Principales niveles de riesgo relacionados a la extrusora E-2

Componente	Nivel de riesgo	Origen	Consecuencias potenciales	Total
Extrusora	Alto	Energía acumulada	Ser proyectado	1
		Caída de objetos	Aplastamiento	1
		Alta presión	Ser proyectado	1
		Total		3
	Bajo significativo	Partes agudas	Enganche	1
		Energía cinética	Ser proyectado	1
Total			2	
Total extrusora				5
Jaladora	Alto	Elementos móviles	Arrastre o atrapamiento	1
		Aceleración, desaceleración	Arrastre o atrapamiento	1
	Total			2
Total jaladora				2
Sierra	Alto	Partes cortantes	Corte o seccionamiento	1
		Elementos rotativos	Corte o seccionamiento	1
		Aceleración, desaceleración	Corte o seccionamiento	1
			Ser proyectado	1
	Total			4
Total Sierra				4
Total general				11

c. Extrusora E-10

En la línea E-10 se reconocieron 11 peligros mecánicos dentro de los cuales un 81% corresponden a niveles de riesgo clasificados como altos y un 19% se relacionan con niveles de riesgo bajos significativos, donde las condiciones más críticas se encuentran en la extrusora (ver apéndice 14) y la sierra (ver apéndice 16).

En la extrusora de la E-10 se identificó un nivel alto de riesgo en la energía acumulada, caída de objetos y alta presión por peligro de ser proyectado o aplastado (Ver cuadro 7).

En la sierra de la E-10 se registró un nivel alto de riesgo en partes cortantes, elementos rotativos y aceleración, desaceleración por peligro de ser proyectado y principalmente de corte y seccionamiento (ver cuadro 7).

Cuadro 7. Principales niveles de riesgo asociados a la extrusora E-10

Componente	Nivel de riesgo	Origen	Consecuencias potenciales	Total
Extrusora	Alto	Energía acumulada	Ser proyectado	1
		Caída de objetos	Aplastamiento	1
		Alta presión	Ser proyectado	1
		Total		3
	Bajo significativo	Partes agudas	Enganche	1
		Energía cinética	Ser proyectado	1
Total			2	
Total extrusora				5
Jaladora	Alto	Elementos móviles	Arrastre o atrapamiento	1
		Aceleración, desaceleración	Arrastre o atrapamiento	1
	Total			2
Total jaladora				2

Componente	Nivel de riesgo	Origen	Consecuencias potenciales	Total
Sierra	Alto	Partes cortantes	Corte o seccionamiento	1
		Elementos rotativos	Corte o seccionamiento	1
		Aceleración,	Corte o seccionamiento	1
		desaceleración	Ser proyectado	1
	Total			4
Total Sierra				4
Total general				11

d. Extrusora E-23

En la línea E-23 se identificaron seis peligros mecánicos de los cuales un 50% corresponden a niveles de riesgo clasificados como altos y un 50% con niveles de riesgo bajos significativos, donde las condiciones más críticas se encuentran en la extrusora (ver apéndice 17).

Cuadro 8. Principales niveles de riesgo relacionados a la extrusora E-23

Componente	Nivel de riesgo	Origen	Consecuencias potenciales	Total
Extrusora	Alto	Energía acumulada	Ser proyectado	1
		Caída de objetos	Aplastamiento	1
		Alta presión	Ser proyectado	1
				3
	Total			
	Bajo	Partes agudas	Enganche	1
	significativo	Energía cinética	Ser proyectado	1
	Total			2
Total extrusora				5
Peletizadora	Bajo	Aceleración, desaceleración	Resbalón, tropezón, caída	1
	significativo			
	Total			1
Total peletizadora				1
Total general				6

Como se muestra en el cuadro 8, en la extrusora de la E-23 se identificó un nivel alto de riesgo en la energía acumulada, caída de objetos y alta presión por peligro de ser proyectado o aplastado.

e. Extrusora E-24

En la línea E-24 se identificaron 16 peligros mecánicos, dentro de ellos un 87,5% se relacionan con los niveles de riesgo clasificados como altos y un 12,5% con los niveles de riesgo definidos como bajos significativos, donde las condiciones más críticas se encuentran en la campaneadora (ver apéndice 19) y la sierra (ver apéndice 21).

Cuadro 9. Principales niveles de riesgo relacionados a la extrusora E-24

Componente	Nivel de riesgo	Origen	Consecuencias potenciales	Total
Campaneadora	Alto	Movilidad de la máquina	Aplastamiento	1
		Caída de objetos	Aplastamiento	1
		Aproximación de un elemento móvil a una parte fija	Ser atropellado	1
		Aceleración, desaceleración	Aplastamiento Ser proyectado	1
	Total			5
Total campaneadora				5
Extrusora	Alto	Energía acumulada	Ser proyectado	1
		Caída de objetos	Aplastamiento	1
		Alta presión	Ser proyectado	1
	Total			3
	Bajo significativo	Partes agudas	Enganche	1
		Energía cinética	Ser proyectado	1
	Total			2

Total extrusora				5
Componente	Nivel de riesgo	Origen	Consecuencias potenciales	Total
Jaladora	Alto	Elementos móviles	Arrastre o atrapamiento	1
		Aceleración, desaceleración	Arrastre o atrapamiento	1
	Total			2
Total jaladora				2
Sierra	Alto	Partes cortantes	Corte o seccionamiento	1
		Elementos rotativos	Corte o seccionamiento	1
		Aceleración, desaceleración	Corte o seccionamiento	1
			Ser proyectado	1
	Total			4
Total Sierra				4
Total general				16

En la campaneadora de la E-24 se identificó un nivel alto de riesgo (31%) en la movilidad de la máquina, caída de objetos, aproximación de un elemento móvil a una parte fija y aceleración, desaceleración por peligro de ser aplastado, ser atropellado o ser proyectado (ver cuadro 9).

En la sierra de la E-24 se determinó un nivel alto de riesgo (25%) en partes cortantes, elementos rotativos y aceleración desaceleración por peligro de ser proyectado y principalmente de corte y seccionamiento (ver cuadro 9).

f. Extrusora E-28

En la línea E-28 se identificaron 16 peligros mecánicos de los cuales un 87,5% se asocian a los niveles de riesgo clasificados como altos y un 12,5% a los niveles de riesgo determinados como bajos significativos, donde las condiciones más críticas se encuentran en la campaneadora (ver apéndice 25) y la sierra (ver apéndice 26).

Cuadro 10. Principales niveles de riesgo asociados a la extrusora E-28

Componente	Nivel de riesgo	Origen	Consecuencias potenciales	Total
Campaneadora	Alto	Movilidad de la máquina	Aplastamiento	1
		Caída de objetos	Aplastamiento	1
		Aproximación de un elemento móvil a una parte fija	Ser atropellado	1
		Aceleración, desaceleración	Aplastamiento Ser proyectado	1
	Total			5
Total campaneadora				5
Extrusora	Alto	Energía acumulada	Ser proyectado	1
		Caída de objetos	Aplastamiento	1
		Alta presión	Ser proyectado	1
				3
	Total			
	Bajo significativo	Partes agudas	Enganche	1
		Energía cinética	Ser proyectado	1
	Total			2
Total extrusora				5
Jaladora	Alto	Elementos móviles	Arrastre o atrapamiento	1
		Aceleración, desaceleración	Arrastre o atrapamiento	1
	Total			2
Total jaladora				2
Sierra	Alto	Partes cortantes	Corte o seccionamiento	1
		Elementos rotativos	Corte o seccionamiento	1
		Aceleración, desaceleración	Corte o seccionamiento	1
			Ser proyectado	1
	Total			4
Total Sierra				4
Total general				16

En la campaneadora de la E-28 se identificó un nivel alto de riesgo (31%) en la movilidad de la máquina, caída de objetos, aproximación de un elemento móvil a una parte fija y aceleración, desaceleración por peligro de ser aplastado, ser atropellado o ser proyectado (ver cuadro 10).

En la sierra de la E-28 se determinó un nivel alto de riesgo (25%) en partes cortantes, elementos rotativos y aceleración desaceleración por peligro de ser proyectado y principalmente de corte y seccionamiento (ver cuadro 10).

En la figura 5 se puede apreciar que las líneas E-1, E-24 y E-28 son las más deficientes, porque, presentan una exposición mayor a las condiciones de peligro (14 peligros relacionados con niveles de riesgo altos en cada línea) con consecuencias potenciales de ser proyectado, aplastamiento, ser atropellado, arrastre o atrapamiento, corte o seccionamiento.

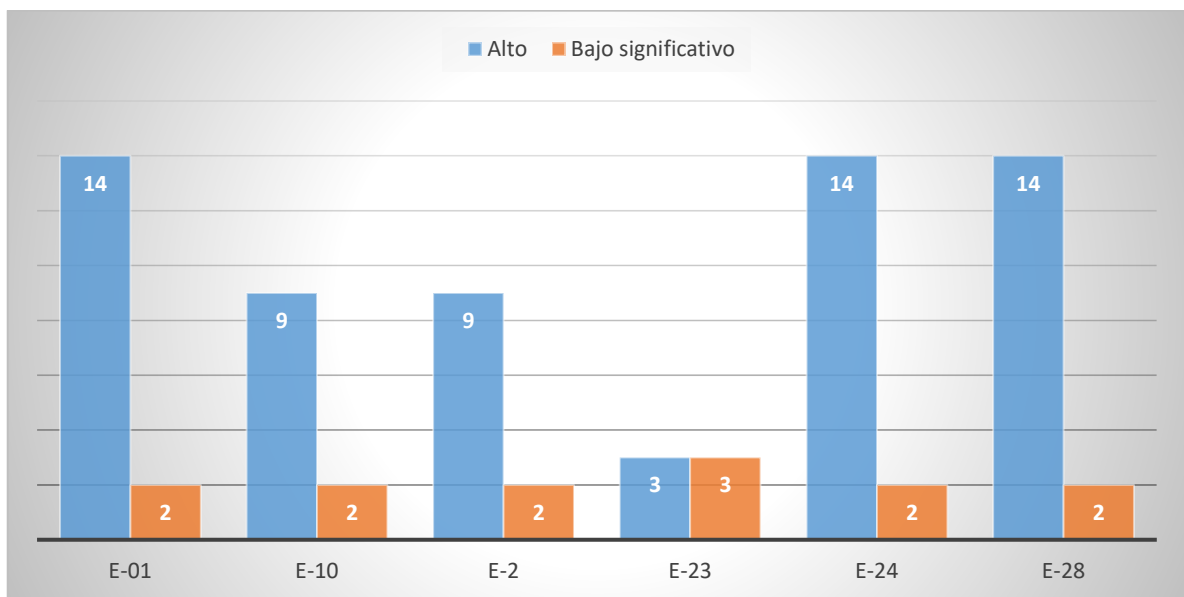


Figura 5. Comparación de los niveles de riesgo altos y bajos significativos de las líneas extrusoras

En un grado moderado (9 riesgos altos en cada línea), se encuentran las líneas E-2 y E-10, teniendo consecuencias potenciales tales como: ser proyectado, aplastamiento, arrastre o atrapamiento, corte o seccionamiento.

De las líneas en estudio, la E-24 es la que presenta menor exposición a riesgos mecánicos (3 riesgos altos).

2. Lista de verificación IPER Durman by Aliaxis

Se realizó la aplicación de la lista de verificación (ver anexo 7) en las actividades desarrolladas en extrusión, donde se logró identificar un total de ocho riesgos significativos de los cuales un 50% son considerados como extremos y el otro 50% como graves, mismos que se muestran en el cuadro 11 junto con su clasificación.

Del cuadro 11, se tiene que actividades como cambio de accesorio en campaneó, chequeo y control de velocidad de la máquina al arranque, ajustes de espesores con llave y corte manual del tubo presentan un nivel de riesgo extremo (50%) ya que podrían propiciar atrapamientos, proyección de materia, cortes, golpes, quemaduras, las cuales se consideran como las de mayor exposición o potenciales de generar un accidente grave.

Se presenta un nivel de riesgo grave en las actividades de introducir tubo en enhebre, centrado de tubo, ajuste de medidas, espesor, diámetro y longitud, calentamiento y arranque de la máquina, debido a que pueden generar posible caída de objetos, atrapamiento, proyecciones, quemaduras, golpes, heridas o cortes.

Cuadro 11. Resumen de la lista de verificación IPER Durman by Aliaxis

ACTIVIDAD ESPECÍFICA	CLASIFICACIÓN DE PELIGROS	TIPO DE PELIGRO ASOCIADO	DETALLE / DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE POTENCIAL QUE PODRÍA PRESENTARSE	Normal	CONSECUENCIA	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	CUMPLIMIENTO	# TRABAJADORES	PERSONAL INEXPERTO	HISTORIAL DE ACCIDENTES	GRADO RIESGO	INACEPTABLE
Cambio de accesorios campaneos	MECÁNICO	Ausencia de dispositivos de seguridad	Atrapamientos en campaneadora	1	6	2	4	1	6	1	2	192	Extremo
Chequear y controlar velocidad de máquina al arranque	MECÁNICO	Maquinaria, Equipo Defectuoso	Se puede generar proyección de materia	1	3	2	4	2	2	1	2	192	Extremo
Introducir tubo de enhebre	MECÁNICO	Herramienta Defectuosa	Quemaduras o cortes en las manos	1	3	2	4	2	3	1	1	96	Grave
Ajuste de espesores con llaves	MECÁNICO	Maquinaria/Equip o Defectuoso	Golpe de la mano con máquina	1	6	2	2	2	6	1	2	192	Extremo
Corte manual de tubo	MECÁNICO	Ausencia de dispositivos de seguridad	Atrapamiento de las manos en las máquinas	1	6	2	2	2	2	1	2	192	Extremo
Centrado del tubo	MECÁNICO	Herramienta Defectuosa	Golpes con herramientas en mal estado	1	6	2	2	1	6	1	2	96	Grave
Ajuste de medidas, espesor, diámetro y longitud	MECÁNICO	Ausencia de dispositivos de seguridad	Golpes o heridas	1	3	1	4	2	2	1	2	96	Grave
Calentamiento y arranque de la máquina	MECÁNICO	Ausencia de dispositivos de seguridad	Posible caída de objetos, atrapamiento o proyecciones	1	6	1	4	2	2	1	2	192	Grave

Como se muestra en la figura 6 las principales condiciones que generan mayor exposición al riesgo son: en un 50% la ausencia de dispositivos de seguridad como guardas y/o sensores, un 25% las herramientas defectuosas y un 25%, la maquinaria o equipo defectuoso lo cual contribuye a que se puedan generar accidentes.



Figura 6. Tipo de peligros que generan mayor exposición al riesgo en las actividades de extrusión

Otro elemento que se consideró fue el procedimiento de bloqueo y etiquetado, que pese a que existen en forma general hay una deficiencia en ajustarlo a cada máquina de las líneas para que los controles sean eficientes y se reduzca la posibilidad de ocurrencia de un accidente serio.

3. Entrevista Semiestructurada

Se aplicó una entrevista semiestructurada sobre la protección a maquinaria y sus funciones (ver anexo 8) a 18 trabajadores del sector extrusión conformado por operarios y mecánicos, en los tres turnos de trabajo.

La figura 7 establece los resultados en las actividades más críticas obtenidos de la entrevista donde un 78% desconocen los puntos de peligro en las maquinarias que opera, un 72% indica no haber recibido capacitación, el 67% reconoce que no conoce la ubicación correcta de los compañeros lo cual aumenta la probabilidad de error humano durante el arranque, el 55% evidencia que hay procedimiento pero que no los conoce a detalle y el 45% consideran que se utilizan las barreras fijas como medios de protección.

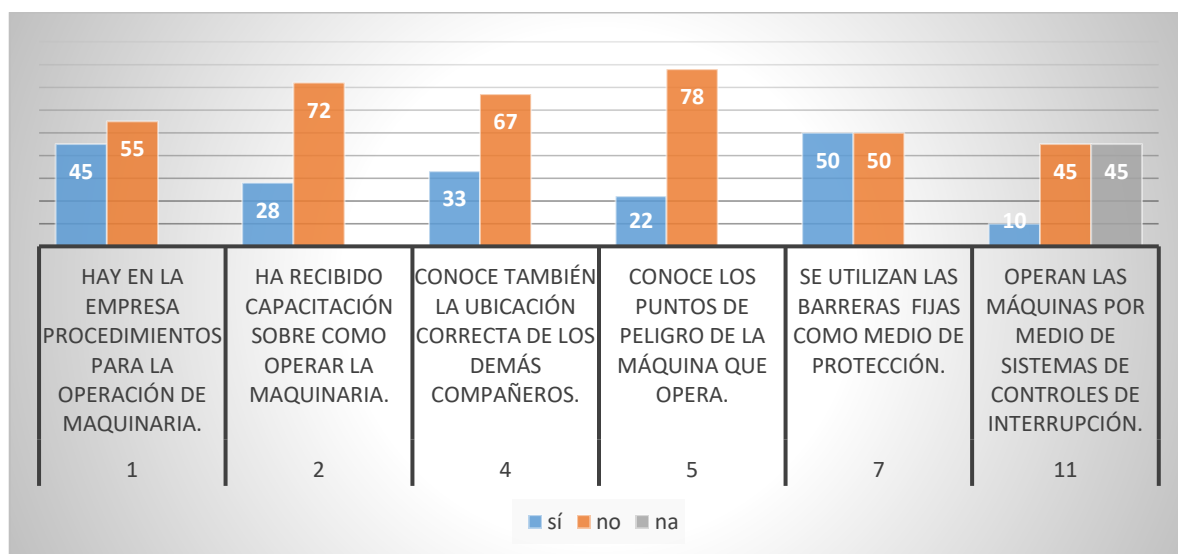


Figura 7. Comparación de peligros altos y significativos de protección a maquinaria y sus funciones las líneas extrusoras.

En la información obtenida se tiene que en la empresa hay procedimientos para la operación de maquinaria, pero los operarios no los conocen a detalle. Pocos saben que las máquinas operan por medio de sistemas de controles de interrupción, pero no conocen los puntos de peligro de las máquinas que operan; de ahí la importancia de impartir más capacitaciones en lo que respecta a procedimientos seguros al operar la maquinaria. Cabe resaltar que la mayoría conoce que existe una lista de chequeo de arranque pero que por la prisa y carga de trabajo (poco personal versus aumento en la producción) no se ejecuta.

B. Evaluación de riesgos mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías en extrusión según la norma ISO 13849-1.

De seguido se presenta la evaluación del nivel de protección requerido ante los riesgos mecánicos presentes en las máquinas de las líneas de extrusión

1. Matriz para la evaluación del nivel de protección de los dispositivos de seguridad según la norma 13849-1

Existen diversas técnicas para la evaluación del nivel de protección requeridos ante los riesgos mecánicos presentes en las máquinas de extrusión, en este caso se utilizó el nivel de protección de dispositivos de seguridad según la norma ISO 13849-1 (ver apéndice 5). Como lo establece la norma los términos de probabilidad de fallo o peligro al utilizar una máquina están clasificados en cinco niveles denominados niveles de desempeño (PL).

La normativa determina algunos principios generales para identificar el nivel de protección que se requiere con respecto al riesgo. Para ello se indica un valor o 'puntuación' para cada riesgo y un valor objetivo para el valor máximo que no debe superarse. La puntuación que se asigna a cada riesgo, así como el nivel de riesgo que se puede tolerar, depende de una serie de estimaciones y varía en función de la persona que realice la evaluación, así como del entorno.

El cuadro 12 integra los resultados de las líneas E-1, E-24 y E28 donde para el caso de las campaneadoras, extrusoras y sierras se establece una categoría, según la valoración realizada a partir de la norma de **PLd** y la jaladora como **PLb**. (ver apéndice 7, 8, 9, 10, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26).

Cuadro 12. Evaluación de nivel de protección de dispositivos de seguridad según ISO 13849-1 para la línea E-1, E-24 y E-28

Máquina	Campaneadora	Extrusora	Jaladora	Sierra
Elemento	Mesa de volteo	Cañón	Oruga	Sierra circular
Dispositivo	Resguardo y micros de seguridad	Resguardos, micros de seguridad y fundas térmicas	Resguardo y micros de seguridad	Resguardo y micros de seguridad
Riesgo	Aplastamiento Ser atropellado Ser proyectado	Ser proyectado Aplastamiento Enganche	Arrastre o atrapamiento	Corte seccionamiento Ser proyectado
Severidad	S2	S2	S1	S2
Frecuencia	F2	F2	F1	F1
Evitar peligro	P1	P1	P2	P2
Nivel de protección (PL)	PLd	PLd	PLb	PLd

El cuadro 13 sintetiza los resultados de las líneas E-2 y E-10 con niveles de protección PLd para extrusora y sierra, así como PLb para la jaladora (ver apéndice 11,12,13,14,15 y 16).

Cuadro 13. Evaluación de nivel de protección de dispositivos de seguridad según ISO 13849-1 para la línea E-2 y E-10

Máquina	Extrusora	Jaladora	Sierra
Elemento	Cañón	Oruga	Sierra circular
Dispositivo	Resguardos, micros de seguridad y fundas térmicas	Resguardo y micros de seguridad	Resguardo y micros de seguridad
Riesgo	Ser proyectado Aplastamiento Enganche	Arrastre o atrapamiento	Corte, seccionamiento Ser proyectado
Severidad	S1	S1	S2

Máquina	Extrusora	Jaladora	Sierra
Frecuencia	F1	F1	F1
Evitar peligro	P2	P2	P2
Nivel de protección (PL)	PLd	PLb	PLd

El cuadro 14 establece para la línea E-23 que los niveles de protección requeridos son PLd para extrusora y PLa (Ver apéndice 17 y 18).

Cuadro 14. Evaluación de nivel de protección de dispositivos de seguridad según ISO 13849-1 para la línea E-23

Máquina	Extrusora	Peletizadora
Elemento	Cañón	Peletizadora
Dispositivo	Resguardos, micros de seguridad y fundas térmicas	Resguardo
Riesgo	Ser proyectado Aplastamiento Enganche	Resbalón Tropezón Caída
Severidad	S2	S1
Frecuencia	F2	F1
Evitar peligro	P1	P1
Nivel de protección (PL)	PLd	PLa

Los niveles de protección (PL) se utilizan para especificar la aptitud de las partes de los sistemas de control relacionados con la seguridad con el fin de conseguir la reducción del riesgo requerida para cada función de seguridad en condiciones previsibles.

Algunos sistemas de enclavamiento se utilizan en cargas de alta inercia, es decir, en los casos en los que el tiempo de detención es largo y es preferible permitir el acceso únicamente cuando se haya detenido el movimiento peligroso. Otros sistemas de enclavamiento se utilizan en un circuito con temporización (en el que se conoce y define el tiempo de detención de la máquina) o en la parada real de velocidad cero (en la que el tiempo de parada puede variar) para permitir el acceso únicamente cuando se den condiciones seguras

Los dispositivos de enclavamiento deben seleccionarse e instalarse para reducir al mínimo la posibilidad de fallos o defectos y la protección general no debe impedir las tareas de producción.

Entre los pasos que se deben adoptar para lograrlo se incluyen los siguientes:

- ✓ Fijación de los dispositivos con seguridad en un lugar (fijo) y que sea necesario el uso de una herramienta para retirarlo o ajustarlo.
- ✓ Dispositivos o sistemas codificados, por ejemplo, mecánica, eléctrica, magnética u ópticamente.
- ✓ Obstrucción física o blindaje para evitar el acceso al dispositivo de interbloqueo cuando la protección esté abierta.
- ✓ El soporte de los dispositivos debe ser suficientemente rígido como para mantener el funcionamiento correcto.

2. Diagrama de Ishikawa

A partir de la información obtenida mediante la observación de los procesos de arranque, operación y mantenimiento se elabora un diagrama de Ishikawa (ver figura 8) que muestra riesgos mecánicos asociados a la operación de las máquinas de producción de tuberías de extrusión.

En lo que respecta a las líneas extrusoras se presenta un alto riesgo de peligros mecánicos con consecuencias potenciales de aplastamiento, enganche, ser proyectado, atrapamiento, ser atropellado, cortadura o seccionamiento.

En lo referente al área de trabajo en extrusión se da falta de resguardos, piso irregular, superficies húmedas, falta de señalización de peligros, exposición a altas temperaturas y a resina y en su mayoría el nivel de protección requerido corresponde a la categoría de PLd.

En lo concerniente a los operadores se pueden mencionar condiciones inseguras observadas tales como: uso de herramientas inadecuadas, falta de orden y limpieza, exceso de confianza, fatiga y prisa (por la falta de personal y aumento de producción).

Con respecto a las formas de trabajo, el desconocimiento en procedimientos de operación y mantenimiento de equipos, falta de señalización, no completar la lista de chequeo en los arranques, la presencia de derrames de agua en el piso de las instalaciones, pueden contribuir a un aumento en las consecuencias negativas para los trabajadores.

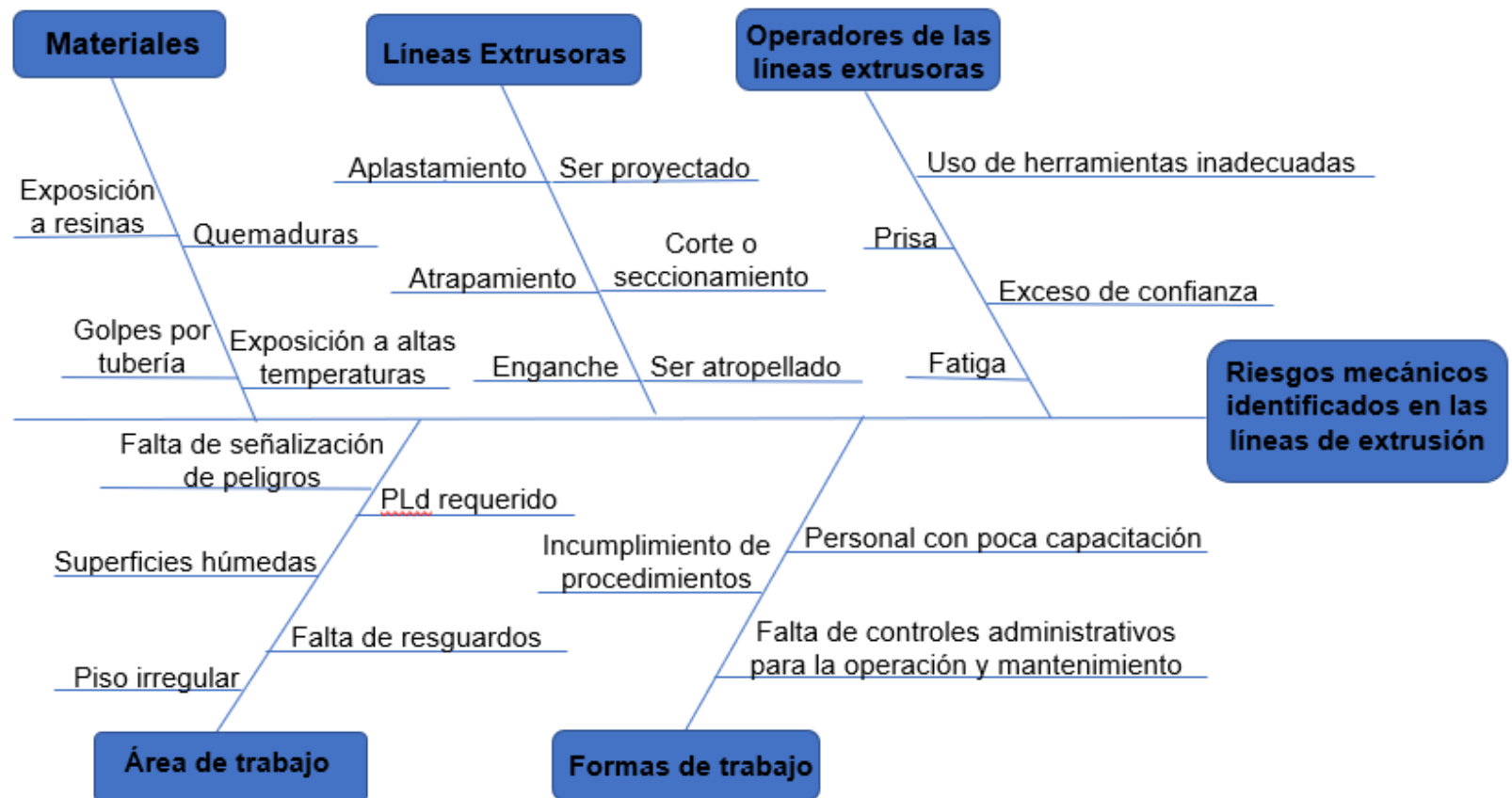


Figura 8. Diagrama Ishikawa acerca de las condiciones asociadas a los riesgos mecánicos presentes en las máquinas de extrusión

3. Matriz de involucrados del programa

En el cuadro 15, se muestran los involucrados en la ejecución del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión, con sus respectivas responsabilidades en la ejecución de dicho programa.

Cuadro 15. Matriz de involucrados en la ejecución del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión

Involucrados	Rol	Nivel de influencia	Nivel de interés
Jimmy Rojas Rodríguez (proyecto de graduación)	Elaboración de un programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión	Medio	Alto
Gerencia de manufactura	Responsable del presupuesto y ejecución de las actividades en manufactura	Alto	Medio
Jefatura	Coordinar las actividades de manufactura	Alto	Medio
Supervisores	Ejecutar y supervisar las tareas de manufactura	Medio	Medio
Operarios	Son los que realizan las actividades de producción en maquinas	Bajo	Bajo
Seguridad Ocupacional	Ejecución del programa de seguridad en manufactura	Alto	Alto

Como se menciona en el cuadro anterior, Jimmy Rojas Rodríguez (estudiante) se encarga de la elaboración de un programa de Seguridad en las máquinas de producción de tuberías de extrusión y lo que se busca, será brindar una propuesta de un programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión.

Por su parte la gerencia de manufactura y jefatura son los responsables del presupuesto y ejecución de las actividades de manufactura. Los supervisores ejecutan y supervisan las tareas de manufactura. Los operarios son los que realizan las actividades de producción en máquinas. El departamento de Salud Ocupacional se encarga de ejecutar el programa de seguridad en manufactura.

Cabe mencionar que en Durman by Aliaxis hay un claro interés en el cumplimiento de los estándares de seguridad.

C. Conclusiones

- ✓ De las seis líneas extrusoras estudiadas se evidencia que la E-1, E-24 y E-28 tienen una exposición mayor a las condiciones de peligro con un nivel de riesgo mecánico alto (87,5%), con consecuencias potenciales de ser proyectado, aplastado, atropellado, arrastrado o atrapado, cortado o seccionado. Cabe mencionar que de todas las líneas la E-23 es la que presenta menor exposición a riesgos mecánicos.
- ✓ La mayoría de los puntos de peligros se encuentra en las campaneadora, la sierra y la extrusora, donde hay accesos a puntos peligrosos que podrían generar un accidente grave.
- ✓ Durman by Aliaxis cuenta con procedimientos para la operación de las máquinas de las líneas extrusoras con medidas tendientes a minimizar los riesgos al operar la máquina, sin embargo, el desconocimiento y la poca capacitación del personal entorpece la eficiencia de estos.
- ✓ Como lo establece la norma ISO13849-1 el nivel de peligro está clasificado en cinco niveles de desempeño (PL), de la evaluación realizada la mayoría de las máquinas 87.5% se encuentran categorizadas en un nivel PLd, es decir, de los más altos en lo que respecta a protección.
- ✓ En la sierra y en la campaneadora, se requieran mejoras en lo que respecta a los dispositivos de seguridad de guardas móviles y fijas en secciones de las máquinas que impidan el ingreso a los puntos de peligro.
- ✓ El bloqueo y etiquetado en el área de extrusión es inadecuado a falta de un procedimiento que indique el paso a paso por ejecutar.
- ✓ El nivel de liderazgo en seguridad existe, pero no en todos los involucrados.

D. Recomendaciones

- ✓ Implementar un programa de seguridad en máquinas para disminuir la exposición a peligros mecánicos existentes en las líneas de extrusión.
- ✓ Estandarizar los diseños para protección de puntos de peligro de acuerdo con los requerimientos establecidos en las normas INTE/ISO 13849:2016 y INTE/ISO 14120:2016 tanto para guardas fijas como móviles.
- ✓ Capacitar a los operarios de extrusión en temas referentes a procedimientos para la operación segura de las máquinas de las líneas extrusoras.
- ✓ Instalar sensores de seguridad integrado con las guardas acordes con el tipo de protección requerido según el nivel de requerimiento (PL).
- ✓ Se recomienda contar con un procedimiento de bloqueo y etiquetado con la información necesaria para hacer una intervención en máquina de forma segura.
- ✓ Involucrar a los mandos medios y directivos dentro del programa de seguridad en máquinas.

V. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión




Jimmy Andrés Rojas Rodríguez

Durman by Aliaxis

2020

índice


A. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	3
B. LIDERAZGO	6
1. Compromiso de la alta dirección	7
2. Objetivos	8
3. Metas	8
4. Modo de comunicación del compromiso	9
C. PARTICIPACIÓN	10
D. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN MÁQUINAS	12
E. PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS	18
1. Controles ingenieriles	19
a. Resguardos	19
b. Sensores	23
c. Propuestas de diseño de las máquinas que componen las líneas de extrusión	29
2. Controles administrativos	62
a. Instructivo de seguridad en máquinas y equipos	63
b. Instructivo para el control de energías peligrosas	76
F. CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN	93
G. CUMPLIMIENTO LEGAL	99
H. EVALUACIÓN Y MEJORA	102
I. CONTROL DE CAMBIOS	107
J. EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS	113
K. COSTOS, RECURSOS Y CRONOGRAMA	122
L. CRONOGRAMA DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS	122
M. CONCLUSIONES	122
N. RECOMENDACIONES	128

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		2 de 129

En la empresa Durman by Aliaxis, las actividades de producción en el área de extrusión se consideran fundamentales para la organización, ya que, es una de las áreas con mayor demanda de producción, por lo que se requiere garantizar que las máquinas cumplan con las funciones que se le establecieron durante su ciclo de vida. Además de mejorar la eficiencia en cada uno de los procesos, es decir, son actividades que previenen las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación. Por lo tanto, debido a la naturaleza de estas actividades se presentan circunstancias de riesgo a las cuales se ven expuestos los operarios del área.

Los requisitos para la seguridad de las máquinas han experimentado cambios cada vez más importantes con el avance de la automatización. En otros tiempos, los sistemas de protección dentro del proceso de trabajo se consideraban más bien un estorbo, por lo que, a menudo, se prescindía completamente de ellos.

Este programa integra requerimientos mínimos en seguridad que se aplican a las máquinas, la selección y aplicación de dispositivos de protección. Basándose en la normativa corporativa y la normas INTE/ISO 12100: 2016, INTE:ISO 13849-1:2016 y la INTE/ISO 14120, que ofrecen las distintas posibilidades de proteger las máquinas y evitar accidentes personales. Las propuesta e indicaciones que encontrará en este programa son el resultado del análisis realizado en el sector de extrusión

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		3 de 129

A. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		5 de 129

Durman by Aliaxis desarrolla los siguientes productos y servicios en el país:

- ✓ Fabricación, comercialización y distribución de tubería y accesorios de PVC y CPVC, pegamentos para PVC y CPVC, tanques, fosas sépticas y cisternas de polietileno.
- ✓ Diseño, instalación y comercialización de sistemas de riego, bombas para agua y aguas negras.
- ✓ Instalación y comercialización de geo sintéticos y plantas de tratamiento.

La empresa cuenta con 380 empleados en total, de los cuales 28 pertenecen al área de extrusión. La forma en que se organiza el área de extrusión – manufactura se resume en la figura 3:

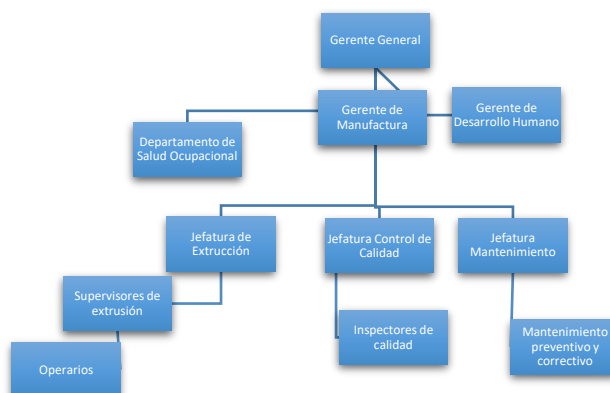




Figura 3: Organigrama de producción-extrusión

Fuente: Durman by Aliaxis

Contacto: teléfono: 2436 4700, correo electrónico: aliaxis-la.com y sitio web: www.durman.com

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		6 de 129

B. LIDERAZGO

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0 7 de 129
---	---	-------------------------

1. Compromiso de la alta dirección

En setiembre del año 2020 Aliaxis ratificó su compromiso con la salud ocupacional y el medio ambiente, por medio de una política corporativa (ver figura 4). A través de esta se comprometen a promover el bienestar físico y mental de su personal y a prevenir lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo. Este compromiso se extiende también a los contratistas, visitantes y otras personas a las afecten sus actividades.

Nuestros compromisos con la salud y seguridad

zero

Estamos...

comprometidos a promover el bienestar físico y mental de nuestro personal, y a prevenir lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo. Este compromiso no solo se extiende a nuestros empleados, sino también a los contratistas, visitantes y otras personas a las que afecten nuestras actividades.

Vamos a...

- cumplir los requisitos legales pertinentes;
- gestionar los riesgos para la salud y la seguridad aplicando los controles más fiables que sea factible;
- capacitar a los empleados (y a sus representantes) para participar en la gestión de la salud y la seguridad;
- ayudar a nuestros empleados a llevar una vida más segura y saludable;
- comunicar nuestro enfoque y actuación a nuestras partes interesadas.

Lo lograremos...

- priorizando nuestros esfuerzos según las evaluaciones de riesgos de todo nuestro espectro de actividades comerciales;
- integrando la salud y la seguridad en la toma de decisiones (incluido el diseño de los lugares de trabajo);
- fomentando una cultura proactiva de mejora continua;
- analizando las incidencias para entender sus causas y evitar que se repitan;
- efectuando intervenciones sanitarias específicas, centradas en factores clave de riesgo de la población, y ayudando a cada empleado a gestionar los problemas de salud relacionados con el trabajo.

Para hacer posible estos esfuerzos...


- pondremos en marcha un sistema de gestión —sujeto a un proceso de mejora continua— alineado con la norma ISO 45001 y que tenga en cuenta normas internacionales de HSE basadas en las mejores prácticas del sector;
- desarrollaremos las capacidades de nuestros empleados y garantiremos que sean responsables de sus comportamientos;
- mantendremos una red de líderes en salud y seguridad para apoyar la aplicación de esta política.

Koen Sticker
CEO interino, Aliaxis



Figura 4. Política de Salud Ocupacional

Fuente: Durman by Aliaxis

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		8 de 129

2. Objetivos

Objetivo General


Proponer un programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión de Durman by Aliaxis.

Objetivos Específicos

- ✓ Establecer medidas administrativas para el control de peligros mecánicos en máquinas en el área de extrusión.
- ✓ Proponer controles ingenieriles y administrativos para reducir la exposición al riesgo mecánico en máquinas en el área de extrusión.
- ✓ Definir procedimientos para la evaluación y mejora de las medidas de control planteadas.


3. Metas

- ✓ Cumplir a diciembre del 2021 con el 100% de la implementación del estándar de seguridad en máquinas requerido por la organización.
- ✓ Disminuir en al menos 95% la exposición a peligros mecánicos identificados.
- ✓ Capacitar, durante el 2021, al 100% de los operarios expuestos a los riesgos en las líneas de extrusión y a los encargados de los respectivos departamentos, sobre las medidas establecidas para la prevención y protección ante la exposición a riesgos en el área de extrusión y seguridad en máquinas.
- ✓ Poner en práctica el 100% de los procedimientos diseñados para la atención de las condiciones de riesgos los mecánicos detectados.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		9 de 129

4. **Modo de comunicación del compromiso**

Se comunicará el compromiso que Durman by Aliaxis tiene con la salud ocupacional por medio de la divulgación de la política, haciéndola llegar a los correos de los colaboradores y por medio de pizarras informativas, pantallas y reuniones periódicas. Esto con el fin de que todo trabajador tenga conocimiento sobre ello, lo tenga presente y por consiguiente para que todo visitante sea testigo del afán de Aliaxis por proteger la salud de sus trabajadores.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		10 de 129


C. PARTICIPACIÓN

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		11 de 129


A continuación, se describe la participación del programa de seguridad en máquinas, en el cual deben de estar involucrados la gerencia, jefaturas y operarios de acuerdo con lo establecido en la política de salud ocupacional anteriormente mencionada.

Cuadro 1. Participación del programa de seguridad en máquinas

Planificación	Ejecución del programa	Personal calificado	Formación	Evaluación y mejora
Participación en el proceso de revisión y establecimiento de metas y objetivos.	Participación en todos los procesos asociados a la ejecución del programa: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisión de maquinaria ✓ Peligros mecánicos ✓ Controles administrativos 	Participación de personal capacitado en seguridad en máquinas.	Participación en el proceso de capacitación, formando al personal en identificación de peligros y evaluación de riesgos.	Participación en las reuniones de toma de decisiones para la mejora continua del programa. Realizar una vez al año una verificación sobre las condiciones de las máquinas y comportamiento del personal.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		12 de 129

D. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN MÁQUINAS

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		13 de 129

La reducción de riesgos se define en términos de eliminación del riesgo: “el objetivo de las medidas adoptadas debe ser eliminar, cualquier riesgo a lo largo de la vida útil previsible de la máquina, incluidas las fases de transporte, montaje, desmontaje, desactivación y desmontaje” (INTE/ISO 12100:2016, 2016).

El proceso de la evaluación de riesgos es iterativo, es decir, los riesgos deben identificarse, establecerse prioridades entre ellos, cuantificarse, diseñar medidas para reducirlos (primero mediante un diseño seguro y luego con protecciones) y después de este proceso se debe repetir para evaluar si los riesgos individuales se han reducido hasta un nivel tolerable y que no se han introducido riesgos adicionales.

En la figura 5 se detallan los lineamientos para realizar la evaluación de riesgos según lo que establece la norma INTE/ISO 12100:2016, 2016.


Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		14 de 129



Figura 5. Lineamientos para realizar la evaluación de riesgos según ISO 12100


Fuente: ISO 12100


En cada máquina de las líneas de extrusión, deben analizarse los posibles riesgos y, en caso necesario, contemplarse medidas para proteger al operador de los peligros existentes.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		15 de 129

Una vez realizada la evaluación de riesgos es importante definir el tipo de protección acorde al PL requerido según se establece en el cuadro 2.

Cuadro 2. Evaluación de riesgo de dispositivos de seguridad según la INTE/ISO13849-1

		Evaluación de riesgo de dispositivos de seguridad según la INTE/ISO13849-1					
Ejecutado por							
Máquina	Elemento	Dispositivo	Peligro	Severidad	Frecuencia	Evitar peligro	Nivel requerido PL

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		16 de 129

Para el poder determinar el PL requerido se debe seguir el esquema de riesgos (ver figura 6), donde **S** corresponde a la importancia de las lesiones, **F** la frecuencia y/o tiempo de exposición al peligro y **P** la posibilidad de evitar el peligro o minimización del daño. De esta forma a mayor PL obtenido mayor requerimiento de protección.

Determinar el PL requerido (con esquema de riesgos)

La validación del riesgo se efectúa a partir de parámetros idénticos:

Parámetros de riesgo

S = Importancia de lesiones

- S1 = lesión de menor importancia (por regla general, reversible)
- S2 = lesión grave (irreversible) y hasta la muerte

F = Frecuencia y/o tiempo de exposición al peligro

- F1 = muy poca o poca frecuencia y/o corta exposición
- F2 = mayor frecuencia hasta permanente y/o larga exposición

P = Posibilidad de evitar el peligro o minimización de daños

- P1 = posible en ciertas condiciones
- P2 = apenas posible

a, b, c, d, e = objetivos de seguridad a nivel de rendimiento P2

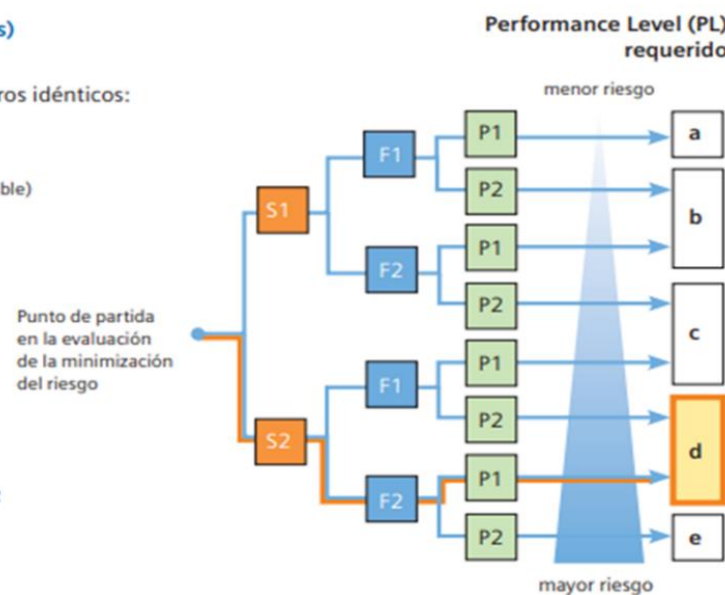








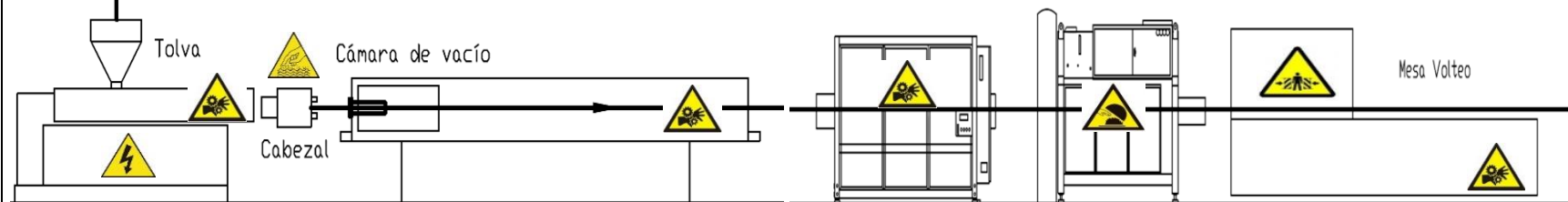
Figura 6. Interpretación del PL requerido

Fuente: Durman by Aliaxis


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		17 de 129

De igual forma es fundamental la identificación de peligros, tomando en cuenta la máquina, los elementos, las actividades y otras variables como se establecen en el cuadro 3.


Cuadro 3. Identificación de peligros en máquinas

<div><div><div>Durman</div><div>by aliaxis</div></div></div>		Identificación de peligros en máquinas					Ejecutado por: _____			
Área		Máquina				Nombre de la línea				
Riesgos Asociados										
	Eléctrico		Atrapamiento		Temperatura		Aplastamiento		Corte	
										
Máquina	Elemento	Actividades	Historia accidentes	Peligro	Probabilidad	Gravedad	Magnitud del riesgo	Nivel	Medidas de control	Estado

Una vez que se identifican los peligros se deben de categorizar en aquellos que tienen un mayor potencial de generar un accidente, para lo cual se prioriza de acuerdo con la pirámide de control de riesgos para la toma de decisiones.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		18 de 129

E. PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		19 de 129

1. CONTROLES INGENIERILES:

a. Resguardos

Los resguardos físicos son dispositivos mecánicos que impiden o evitan el acceso directo a los puntos de peligro con partes del cuerpo. Pueden ser de tipo fijo o móvil. Los resguardos físicos son paneles, vallas, barreras, tapas, puertas protectoras, etc.

Los paneles y las cubiertas impiden el acceso desde todas las direcciones. Las rejas de protección se utilizan normalmente para impedir el acceso de todo el cuerpo. Los cierres, por el contrario, solo evitan el acceso involuntario a los puntos de peligro. La función de seguridad es esencial para diseñar los resguardos físicos.

Requisitos fundamentales para los resguardos físicos

- ✓ Para que los resguardos resistan los esfuerzos del entorno previsibles en el servicio, deben ser lo suficientemente resistentes y duraderos. Los resguardos físicos deben conservar sus propiedades durante toda la vida útil de la máquina.
- ✓ No deben causar ningún peligro adicional.
- ✓ No deben poder eludirse o desactivarse con facilidad.
- ✓ No deben dificultar la observación de las operaciones de trabajo más de lo necesario, siempre que dicha observación sea necesaria.
- ✓ Deben mantenerse en su lugar de manera sólida.
- ✓ Deben estar fijados con sistemas que solo puedan abrirse con herramientas, o deben bloquearse al producirse el movimiento peligroso.
- ✓ Siempre que sea posible, no deben quedar en la posición de protección al soltar los elementos de sujeción.

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		20 de 129

Fijación de resguardos físicos

Los resguardos físicos que no se desmonten o abran con frecuencia o solo para efectuar trabajos de mantenimiento, deben estar fijados al armazón de la máquina, de manera que solo puedan desmontarse con herramientas (p. ej., llave de tuercas, llave de paletón). Su desmontaje debe comportar una operación para la que se necesiten herramientas.

Los elementos de fijación de los resguardos físicos (Ver figura 7) que deban desmontarse o quitarse regularmente deben estar concebidos, de manera que no puedan perderse (p. ej. tornillos imperdibles). Solo pueden utilizarse otros tipos de fijación, como cierres de resorte, mangos roscados, tornillos moleteados y pernos con aletas, si los resguardos físicos se bloquean.



Figura 7. Fijaciones para resguardos físicos

Bloqueo de resguardos físicos

Los resguardos físicos deben proveerse de bloqueos si:

- ✓ Se accionan cíclicamente o se abren de manera regular (puertas, tapas)
- ✓ Pueden retirarse sin herramientas o de manera fácil (p. ej., los paneles).
- ✓ Protegen contra un potencial de peligro elevado.

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		21 de 129

Por bloqueo se entiende que, cuando se abre el resguardo, se emite una señal de control que detiene el movimiento peligroso. Normalmente, los resguardos físicos se bloquean eléctricamente con interruptores de posición. El bloqueo de un resguardo físico debería cumplir las siguientes funciones:

- ✓ El funcionamiento peligroso de la máquina no puede llevarse a cabo con el resguardo abierto o en su ausencia (impedir el arranque).
- ✓ Este funcionamiento se detiene cuando se abre o retira el dispositivo de protección (activar parada).

Resguardos físicos móviles

Los resguardos físicos móviles que se abran frecuente o regularmente sin herramientas (p. ej. para trabajos de reequipamiento), deben tener un funcionamiento asociado a un movimiento peligroso (bloqueo, resguardo). Se habla de apertura “frecuente”, p. ej., si el resguardo se abre por lo menos una vez durante un turno de trabajo.

Si la apertura de los resguardos reporta peligros (p. ej., una marcha en inercia muy prolongada), se precisan bloqueos de seguridad (ver figura 8).

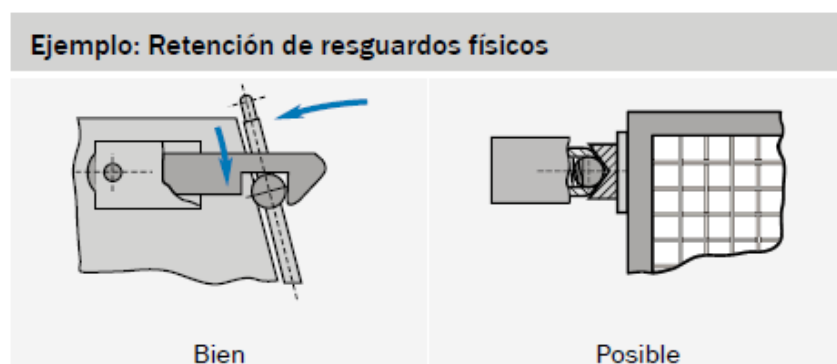



Figura 8. Retención de resguardos físicos

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		22 de 129


Requisitos de ergonomía para resguardos físicos móviles

Los criterios de ergonomía también juegan un papel importante en el diseño de los resguardos. Los usuarios solo los aceptarán si no dificultan el reequipamiento, el mantenimiento y operaciones similares más de lo necesario. Los resguardos físicos móviles deben cumplir los siguientes criterios de ergonomía:

- ✓ Facilidad de apertura, cierre, elevación y desplazamiento (p.ej., con una sola mano)
- ✓ Asidero adaptado a su función
- ✓ Los resguardos abiertos deben permitir la entrada o el acceso necesarios de manera cómoda.

Retención mecánica de resguardos móviles

Siempre que sea factible, estos resguardos móviles deben fijarse a la máquina de forma que puedan quedarse abiertos de forma segura con bisagras, guías, etc. Son preferibles las fijaciones en arrastre de forma. Por su efectividad decreciente (desgaste), no se recomiendan las fijaciones accionadas por fricción (p. ej., casquetes esféricos).

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		23 de 129

b. Sensores

Interruptores de seguridad, de posición y dispositivos de bloqueo

El concepto ampliamente extendido de “interruptor de seguridad” no se utiliza en las normas, puesto que, debido a la gran variedad de tecnologías y diseños de los sensores apropiados para los dispositivos de bloqueo, no es posible definir requisitos comunes. Independientemente de la tecnología utilizada (mecánica, eléctrica, neumática, hidráulica) son válidas las siguientes definiciones: un dispositivo de bloqueo está formado por un accionador y un interruptor de posición y un interruptor de posición está formado por un elemento accionador y un elemento de señal de salida.

Dependiendo de la tecnología del interruptor de posición utilizado y de los requisitos de seguridad funcional, serán necesarios uno o varios dispositivos de bloqueo para un resguardo físico.

Montaje mecánico y fijación

Un montaje mecánico fiable de los interruptores de posición y de los accionadores es crucial para asegurar su efectividad (Ver figura 9).

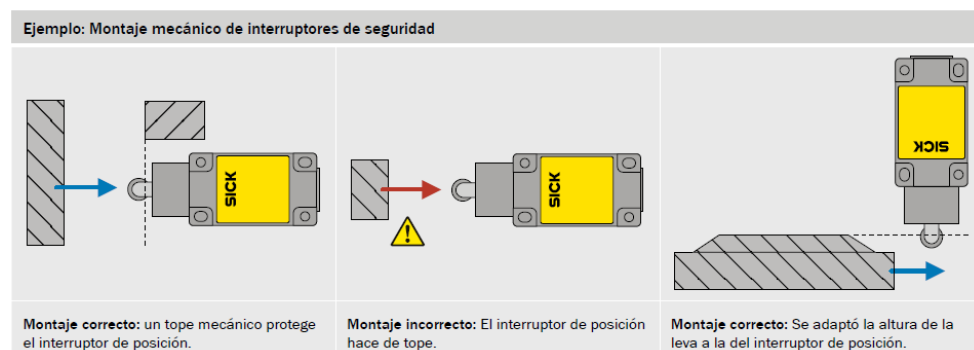



Figura 9. Montaje mecánico de interruptores de seguridad.

Fuente: Durman by Aliaxis

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		24 de 129


Los elementos de los dispositivos de bloqueo (ver figura 9):

- ✓ Deben estar montados de manera que queden protegidos ante daños producidos por agentes exteriores previsibles.
- ✓ No deben utilizarse como topes mecánicos.
- ✓ Su colocación y construcción deben protegerlos ante un posible accionamiento involuntario y daños.
- ✓ Su colocación, construcción y fijación deben protegerlos ante un posible cambio de ubicación involuntario. Si es necesario, se puede asegurar el interruptor y el elemento accionador mediante uniones no positivas, p. ej., con orificios redondos, pasadores y topes.
- ✓ Deben estar asegurados mediante su tipo de accionamiento o su integración en el control, de manera que no puedan eludirse fácilmente.
- ✓ Deben permitir la comprobación de su correcto funcionamiento y facilitar todo lo posible el acceso para su control.

Acción mecánica positiva

Un requisito importante para los dispositivos de bloqueo mecánicos es el accionamiento forzado. En este accionamiento forzado, los componentes mecánicos del resguardo físico (p. ej. una puerta protectora) desplazan también forzosamente los componentes mecánicos móviles del bloqueo (interruptor de seguridad), ya sea mediante contacto directo o piezas rígidas.

El uso del accionamiento forzado en un dispositivo de bloqueo asegura el accionamiento del interruptor de posición al abrir los resguardos físicos y reduce las posibilidades de manipulación.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		25 de 129

Apertura forzada

Un elemento de contacto es de apertura forzada cuando los contactos de conmutación se separan directamente mediante un movimiento definido del elemento accionador producido por piezas no elásticas (p. ej., resortes).

El uso de contactos de interruptores, de posición de apertura forzada accionados mecánicamente asegura que la separación del circuito eléctrico se siga ejecutando, también en situaciones de desgaste de los contactos o de otros fallos eléctricos. En el caso de los interruptores de posición mecánicos con apertura forzada, es válido, lo siguiente:

- ✓ El recorrido de accionamiento debe ajustarse conforme al recorrido de apertura forzada indicado por el fabricante.
- ✓ Debe respetarse el recorrido mínimo del empujador que indica el fabricante, para asegurar el recorrido de conmutación necesario para la apertura forzada.

Protección contra la manipulación

Al diseñar los dispositivos de bloqueo, el constructor debe tener en cuenta la motivación para manipular el dispositivo de protección y la previsible manipulación. Deben aplicarse medidas para que no puedan manipularse con medios simples. Entre estos estarían, elementos como tornillos, agujas, trozos de chapa, monedas, alambres doblados y similares.

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		26 de 129

Algunas medidas para evitar que puedan manipularse con facilidad los dispositivos de bloqueo son:

- ✓ Dificultar el acceso a los dispositivos de bloqueo mediante montaje oculto o montaje fuera del alcance.
- ✓ Uso de accionadores de posición con accionadores codificados
- ✓ Fijación de los elementos de los dispositivos de bloqueo con fijaciones de un solo uso (p. ej., tornillos de seguridad, remaches, etc.).
- ✓ Supervisión de la manipulación en el sistema de control (comprobación de plausibilidad, prueba).

Configuración redundante

La manipulación, un fallo mecánico en el interruptor del accionador o en el interruptor de posición (por ejemplo, el envejecimiento) o la influencia de condiciones ambientales extremas (por ejemplo, taqués de rodillos atascados por polvo de resina) pueden averiar un interruptor de seguridad (ver figura 10). En particular, es en los niveles altos de seguridad en los que se debe utilizar otro interruptor de posición con una función opuesta (p. ej.) y supervisar ambos con el control.

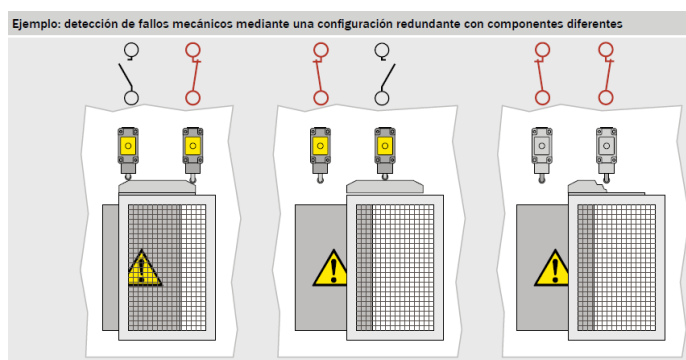



Figura 10. Configuración redundante

Fuente: Durman by Aliaxis

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		27 de 129

Como se muestra en la figura 10, en una máquina de sierra circular cuyas puertas de protección delanteras se accionan cíclicamente, requiere el uso de dos interruptores mecánicos.

Dispositivos de bloqueo

Los dispositivos de bloqueo impiden la apertura de resguardos físicos. Deben utilizarse cuando el tiempo necesario para que se detenga el estado peligroso de la máquina es mayor que el tiempo que una persona necesita para acceder a la zona de peligro (función de seguridad “impedir el acceso de manera temporal”). Los fiadores deben impedir el acceso a las zonas de peligro durante el tiempo necesario para que cese el estado peligroso de la máquina. La figura 11 muestra las posibles ejecuciones de los fiadores.

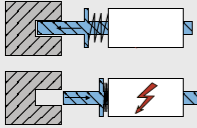
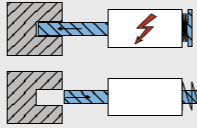
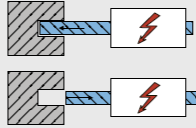
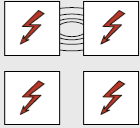
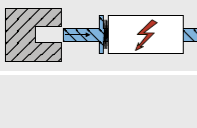
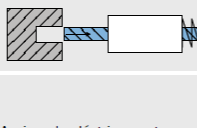
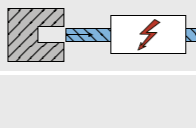
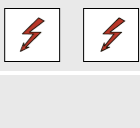

	Forma			Fuerza
	Principio			
Principio				
				
Funcionamiento	Accionado por fuerza resorte y desbloqueo energético	Accionado eléctricamente y desbloqueado por la fuerza del resorte	Accionado y desbloqueado eléctricamente	Accionado y desbloqueado eléctricamente
Denominación	Bloqueo mecánico (preferible para la protección de personas)	Fiador eléctrico (preferible para la protección de personas)	Fiador neumático o hidráulico	Fiador magnético

Figura 11. Posibles ejecuciones de los fiadores

Fuente: Durman by Aliaxis

Los dispositivos de bloqueo también son necesarios cuando un proceso no debe interrumpirse (solo protección del proceso, sin función de seguridad).

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		28 de 129

El desbloqueo de la fijación mediante energía puede efectuarse de las siguientes maneras:

- ✓ Temporizado: si se utiliza un interruptor temporizador, un fallo de este dispositivo no debe reducir el tiempo de retardo.
- ✓ Automático: solo si la máquina se encuentra en un estado seguro (p. ej., mediante supervisión de parada).
- ✓ Manual: el tiempo que transcurre entre el desbloqueo y la liberación del dispositivo de protección debe ser mayor que el tiempo de parada del estado peligroso de la máquina.

De conformidad con el análisis efectuado, las condiciones que se tienen en cada una de las máquinas, se genera la propuesta para el diseño de cobertores, sensores de seguridad e intervención con procedimientos de bloqueo y etiquetado.

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		29 de 129

c. Propuestas de diseño para las máquinas que componen las líneas de extrusión.

Propuestas de diseño para la extrusora

El diseño de la propuesta es aplicable para las extrusoras de las seis líneas en estudio. En la figura 12 se muestra la propuesta de la extrusora, la cual minimiza la exposición a los puntos de peligros mecánicos.

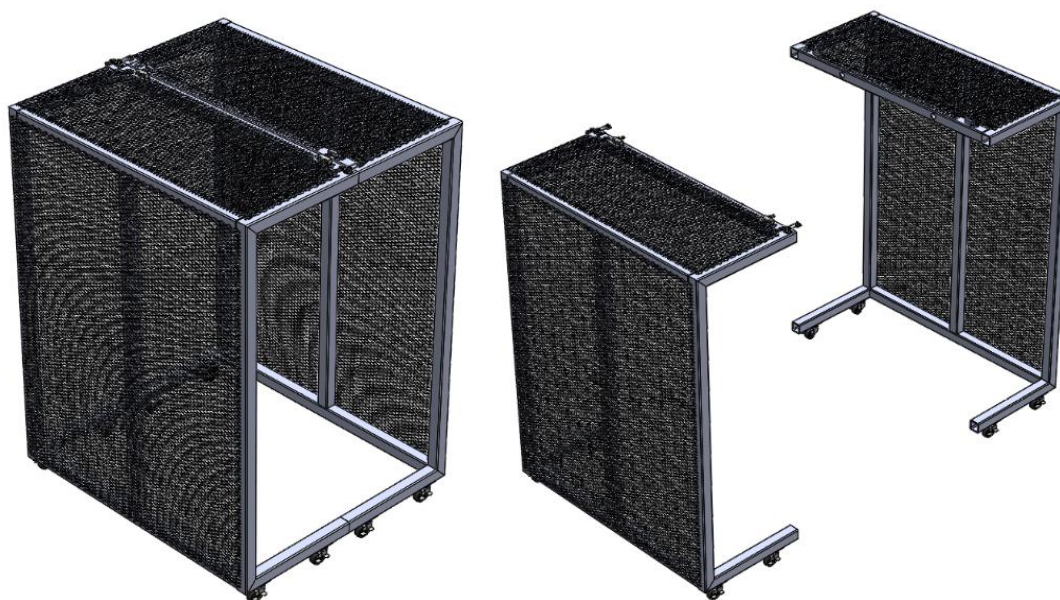


Figura 12. Isométrica propuesta de diseño para la extrusora

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		30 de 129

De seguido en la figura 13 y 14 se muestra de manera más detallada la propuesta anterior

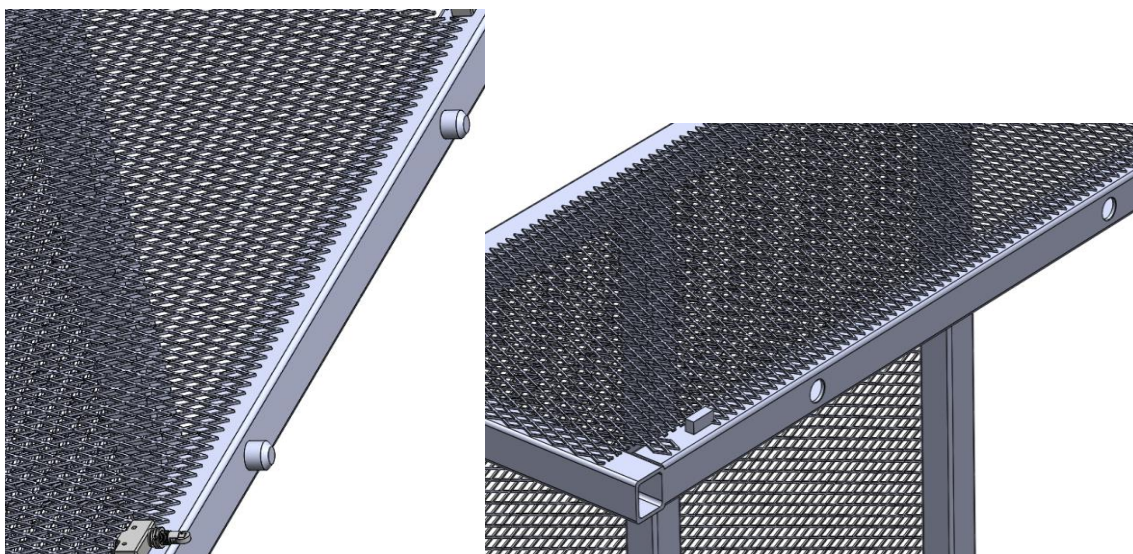


Figura 13. Detalles para lograr la apertura y sujeción de la estructura propuesta

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		31 de 129

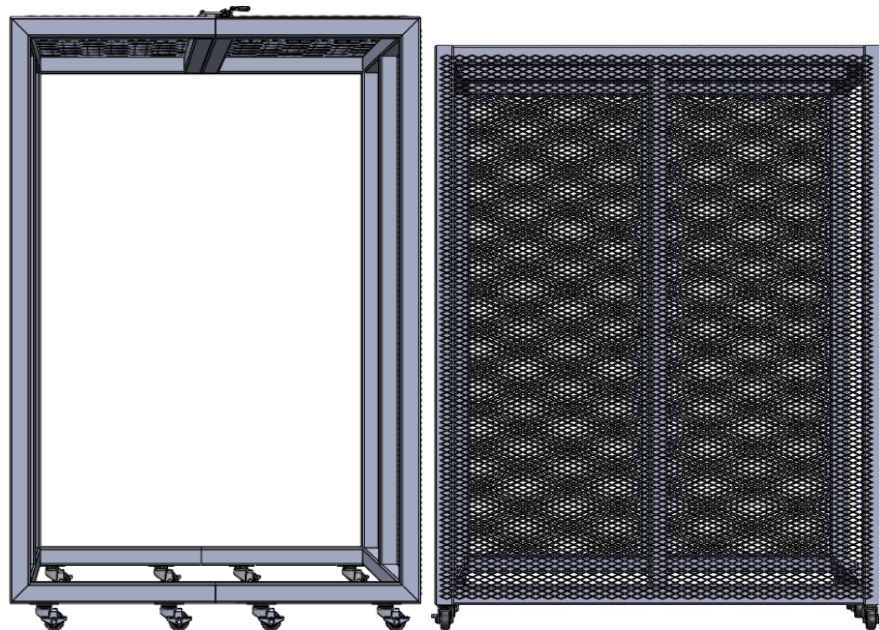


Figura 14. Vista lateral de la propuesta para el diseño del cobertor con ruedas.

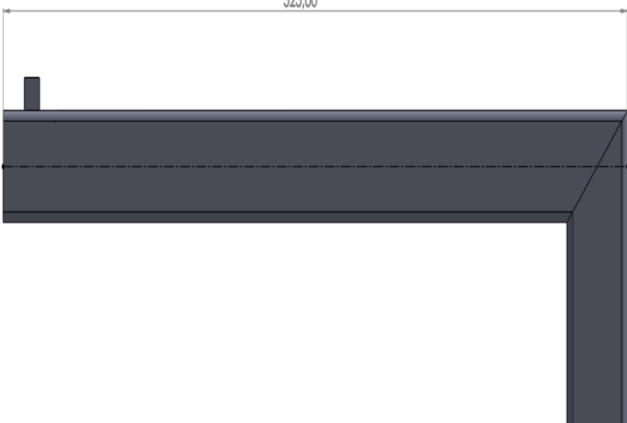

Deben tenerse en cuenta las siguientes características de la máquina:

- ✓ Capacidad de detener en todo momento el movimiento peligroso para el cual se utilizará resguardos físicos o móviles.
- ✓ Capacidad de detener el movimiento peligroso sin provocar otras dificultades.
- ✓ Un posible peligro por la proyección de piezas (de existir, utilizar resguardos físicos)
- ✓ Tiempos de parada (fundamentales para garantizar la efectividad del dispositivo de protección).
- ✓ Posibilidad de supervisar el tiempo de parada o el recorrido de inercia (es necesario si pueden producirse cambios por el envejecimiento o el desgaste de las piezas).

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		32 de 129

De seguido se detallan las especificaciones de materiales como piezas, tamaño, material y cantidad para concretar la propuesta de diseño en las extrusoras.

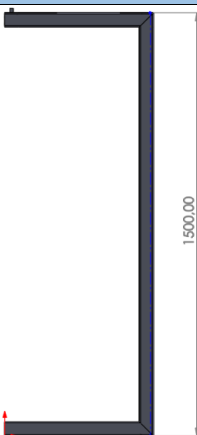
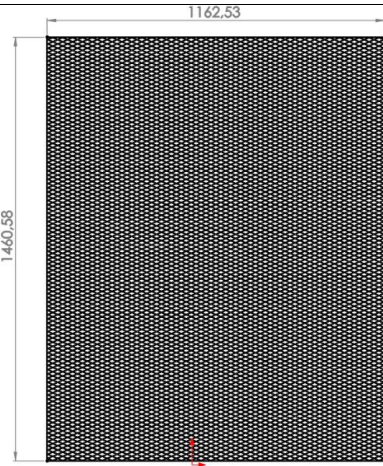
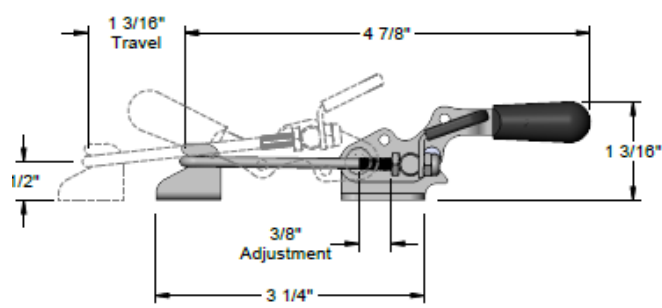
Cuadro 4. Especificaciones sobre las propuestas del diseño para la extrusora.

Pieza(mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	4
	Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	4

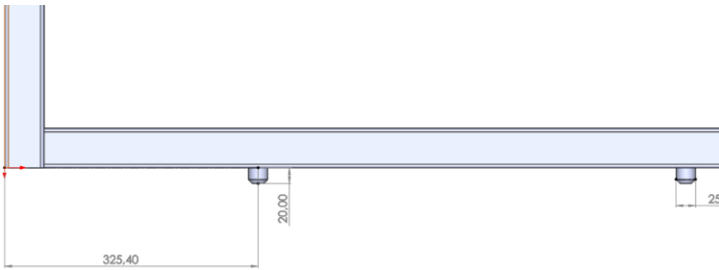
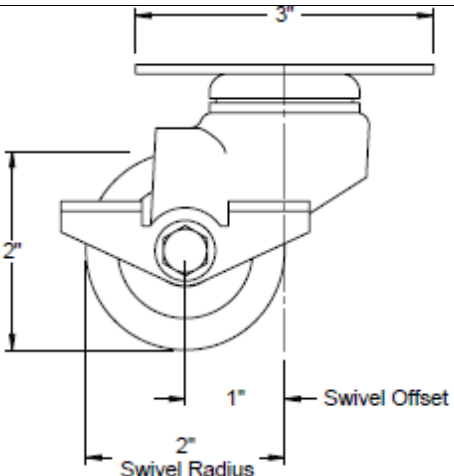
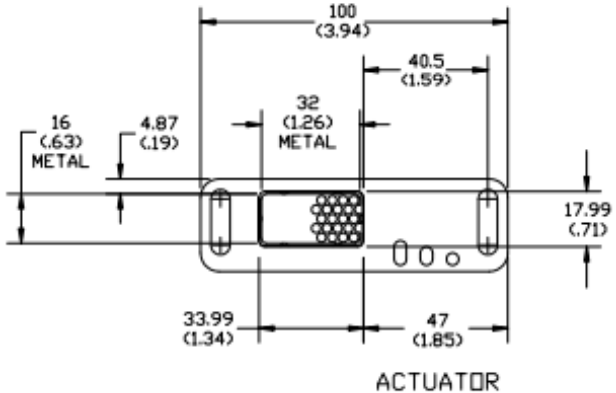
Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		33 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	1
	Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	4
	Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	2

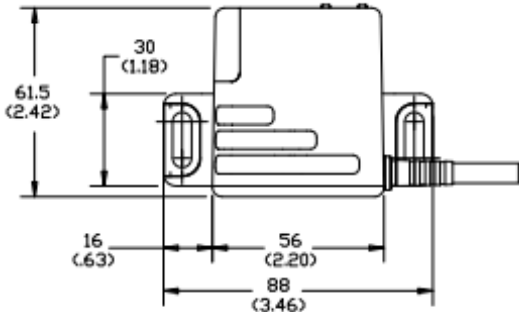
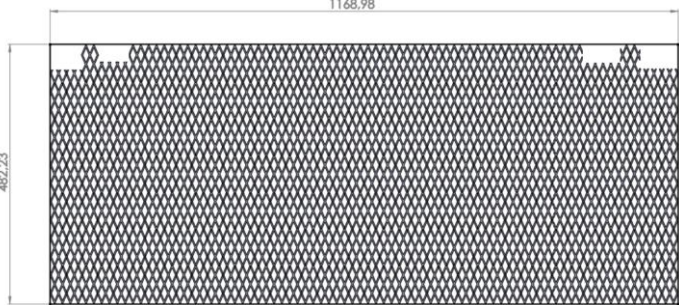
Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		34 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	4
	Lamina Jordomex #3B 1/2	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	4
	Clamp de 7/8"	Clamp de 7/8"	2


Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		35 de 129

Piezas (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Punto de sujeción de 25,20 mm	Punto de sujeción de 25,20 mm	2
	Rueda con freno de 2"	Rueda con freno de 2"	6
	Sensor de seguridad actuador magnético	Sensor de seguridad actuador magnético	1

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		36 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
 <p>SWITCH</p>	Sensor de seguridad switch magnético	Sensor de seguridad switch magnético	1
	Lamina Jordomex #3B 1/2	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	

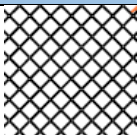


Al estudiar los materiales se determinó que el material 1 es la mejor opción, ya que es muy duradero en comparación al otro material que es mucho más liviano y de menor calidad. La única desventaja es su precio, sin embargo, por la durabilidad de este, a largo plazo es más rentable, por lo que el estudio económico estará basado en la propuesta 1.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		37 de 129



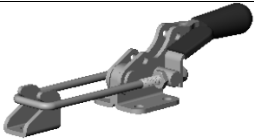
Costo de la propuesta de diseño para la extrusora

En el cuadro 5 se muestra la propuesta económica para la protección en la extrusora, contempla materiales de gran resistencia a impactos, protecciones y durabilidad de acuerdo con el material 1.

Cuadro 5. Propuesta económica de la protección para la extrusora

Especificaciones	Imagen	Precio unitario (¢)	Cantidad requerida	Total (¢)
Lámina exp acl #3 en 1.50mm, rombo 12mm x25mm en 1.22x2.44		9 000	3	24 000
Sensaguard con retención incorporada, 2xpnnp, 0.2amp salida de seguridad máxima, cable 10 metros		93 000	2	186 000
440C-CR30-22BBB Relés de seguridad Guardmaster, relé de seguridad configurado por software, PLe SIL 3, 22 E / S de seguridad, puerto serie integrado, puerto de programación USB, 2 ranuras enchufables, 24,0 V CC		300 000	1	400 000

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		38 de 129

Especificaciones	Imágenes	Precio unitario (¢)	Cantidad requerida	Total (¢)
Tubo h.n cuadrado "2x2" en 3/16 en 6mts.		25300	6	151 800
Angular h.n. 1 x 1 x 1/8 en 6,00 m.		3995	3	15 980
Clamp 7/8"		15 200	2	30 400
Ruedas de 2"		8800	6	52 800
Total				¢760980

Propuesta de diseño para la jaladora

En la figura 15 se muestra la propuesta de diseño para las jaladoras de las líneas de extrusión en estudio, la cual minimiza la exposición a los puntos de peligros mecánicos.

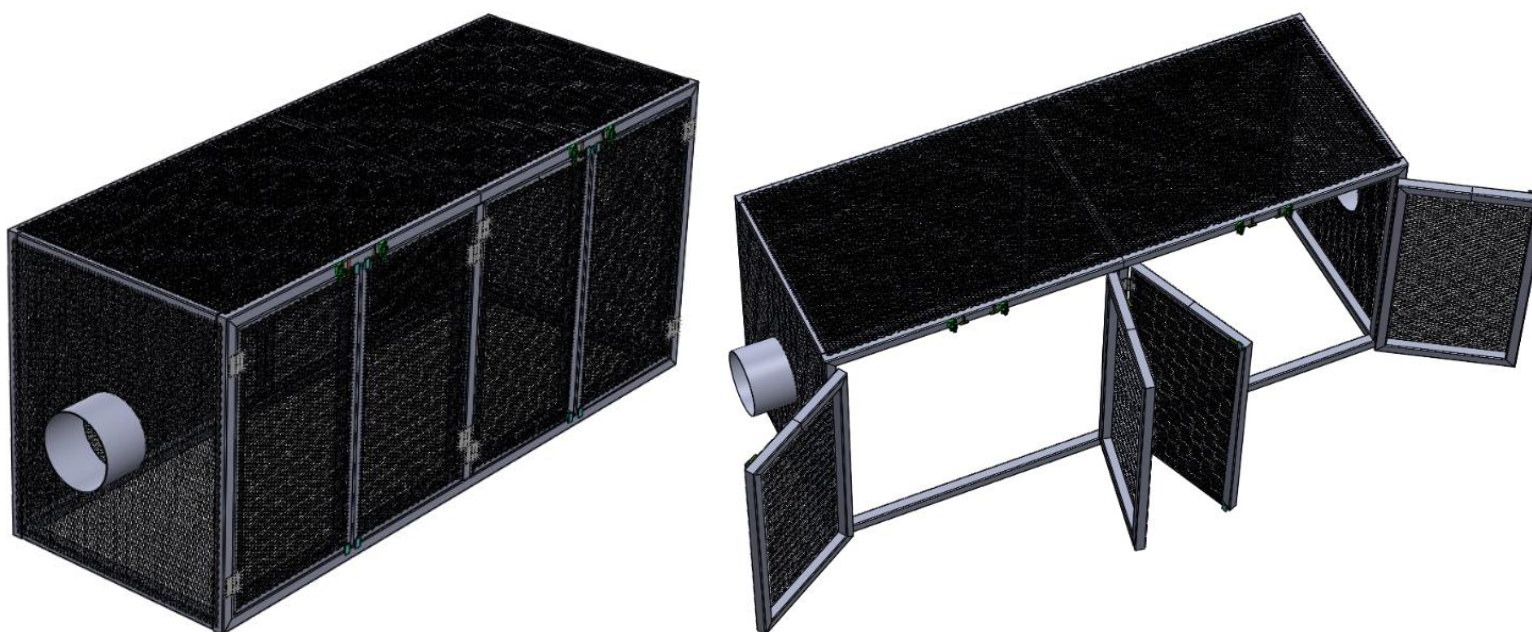


Figura 15. Isométrica propuesta de diseño para la jalado

En la figura 16 se detallan parte de los accesorios en el diseño propuesto.

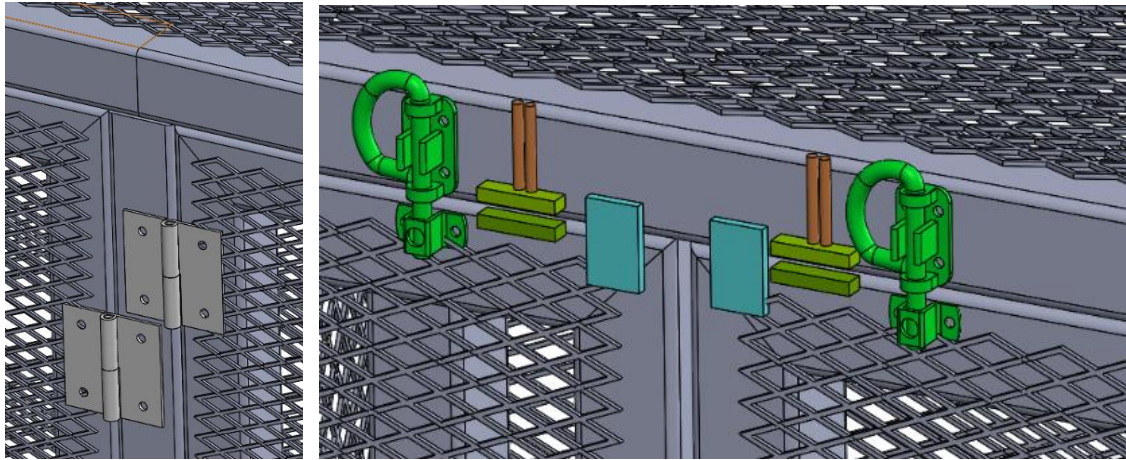


Figura 16. Detalles de sistema de cierre, topes y sensores

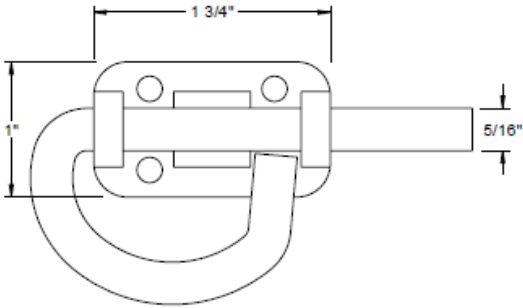
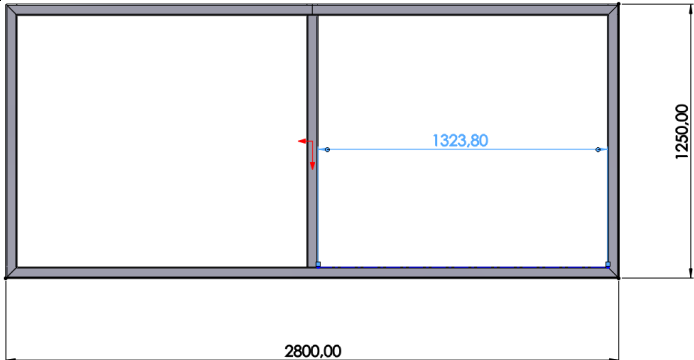

Deben tenerse en cuenta las siguientes características de la máquina:

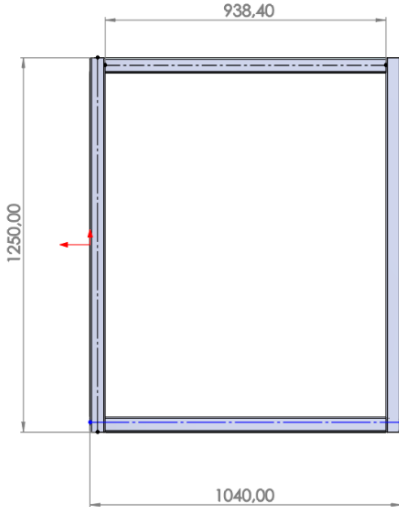
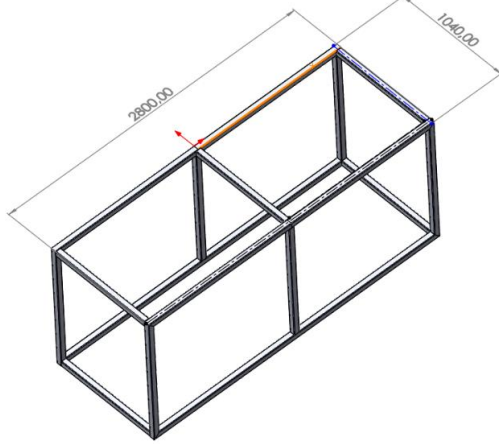
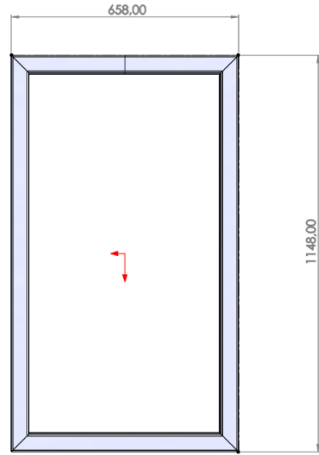
- ✓ Capacidad de detener en todo momento el movimiento peligroso, para lo cual se utilizará resguardos físicos o móviles.
- ✓ Su capacidad de detener el movimiento peligroso sin provocar otros peligros.
- ✓ Un posible peligro por la proyección de piezas (de existir, utilizar resguardos físicos).
- ✓ Sus tiempos de parada (fundamentales para garantizar la efectividad del dispositivo de protección).
- ✓ La posibilidad de supervisar el tiempo de parada o el recorrido de inercia (es necesario si pueden producirse cambios por el envejecimiento o el desgaste de las piezas).

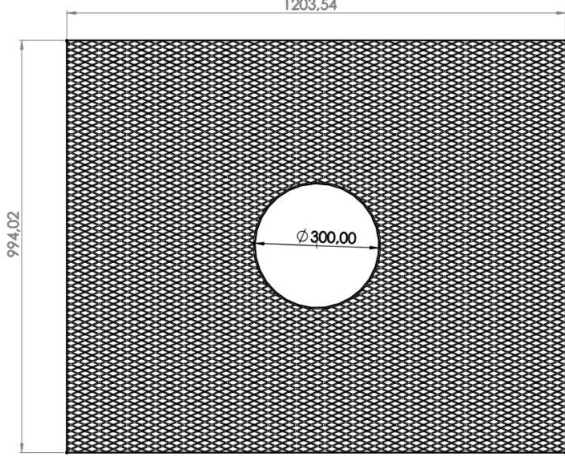
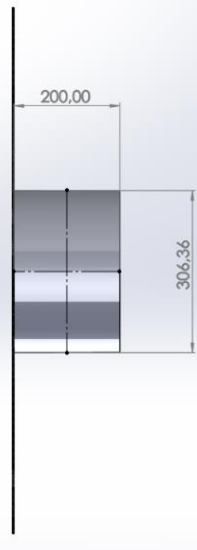
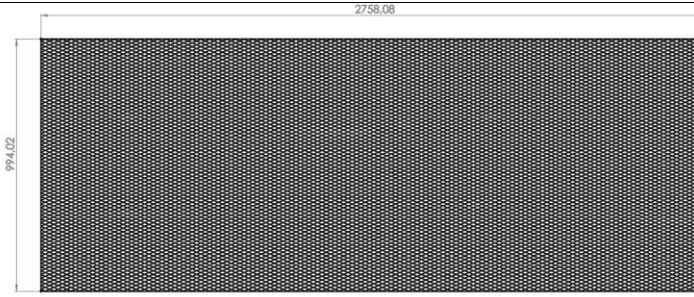
Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		41 de 129

De seguido se detallan las especificaciones para las dos propuestas de diseño como piezas, tamaño, material y cantidad para elaborar la propuesta de diseño para sección de las jaladoras.

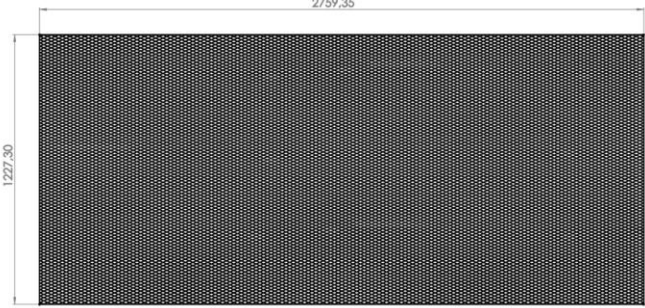
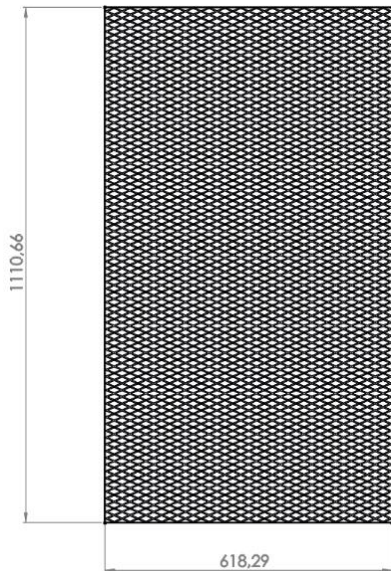
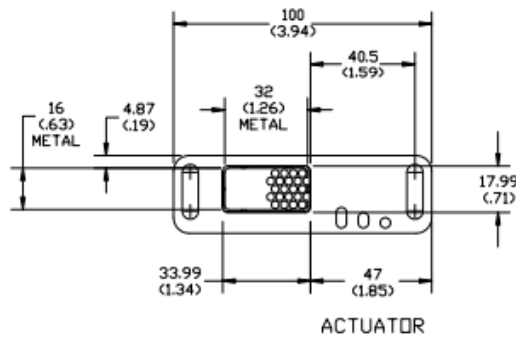
Cuadro 6. Especificaciones sobre la propuesta del diseño para la jaladora

Pieza(mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
 <p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Sistema de cierre en puertas en acero.	Sistema de cierre en puertas en acero.	4
	Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	1
	Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	2

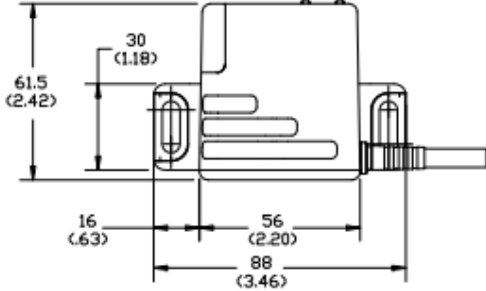
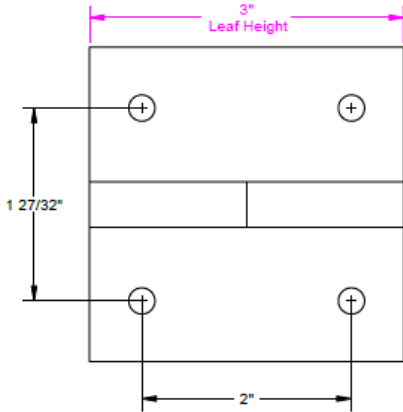
Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Marcos laterales Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	2
	Estructura en Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	1
	Puertas laterales Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	4

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Lamina lateral Jordomex #3B 1/2 "con diámetro en metal.	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	2
	Diámetro en metal incorporado a las láminas de jordomex	Debe ser en acrílico cuadrado	2
	Lamina jordomex #3B 1/2 "Malla superior de la jaladora	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	1


Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		44 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Lamina Jordomex #3B 1/2 “Malla trasera de la jaladora”	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	1
	Lamina Jordomex #3B 1/2 “Malla de puertas de la jaladora”	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	4
 Se debe de considerar la conversión a mm	Sensor de seguridad actuador magnético en puertas	Sensor de seguridad actuador magnético en puertas	2

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		45 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
 <p style="text-align: center;">SWITCH</p> <p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Sensor de seguridad switch magnético en puertas	Sensor de seguridad switch magnético en puertas	2
 <p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Bisagra metálica de 1/4"	Bisagra metálica de 1/4"	8

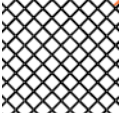



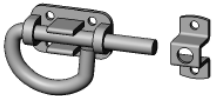
Al estudiar los materiales se determinó que el material 1 es la mejor opción, ya que es muy duradero y en comparación al otro material que es mucho más liviano y de menor calidad. La única desventaja es su precio, sin embargo, por la durabilidad de este, a largo plazo es más rentable, por lo que el estudio económico estará basado en la propuesta 1.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		46 de 129

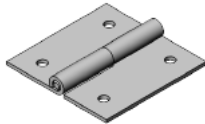

Costo de la propuesta del diseño para la jaladora


La propuesta económica para la protección en la jaladora se muestra en el cuadro 7, la misma contempla materiales de gran resistencia a impactos, protecciones y durabilidad.

Cuadro 7. Propuesta económica de la protección para la jaladora

Especificaciones	Imagen	Precio unitario (¢)	Cantidad requerida	Total (¢)
Lámina exp acl #3 en 1.50mm, rombo 12mm x25mm en 1.22x2.44		9 000	5	45 000
Sensaguard con retención incorporada, 2xpn, 0.2amp salida de seguridad máxima, cable 10 metros		93 000	2	186 000
Tubo h.n cuadrado "2x2" en 3/16 en 6mts.		25300	7	177 100
Angular h.n. 1 x 1 x 1/8 en 6,00 mts		3995	5	19 975
Cierre de puertas de ¾ "		9500	4	38 000

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		47 de 129

Especificaciones	Imagen	Precio unitario (€)	Cantidad requerida	Total (€)
Medidas: 3,5" x 3,5" x 20.		6000	8	48 000
440C-CR30-22BBB Relés de seguridad Guardmaster, relé de seguridad configurado por software, PLe SIL 3, 22 E / S de seguridad, puerto serie integrado, puerto de programación USB, 2 ranuras enchufables, 24,0 V CC		300 000	1	300 000
Total				€814 075

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		48 de 129

Propuesta de diseño para la sierra

Para el diseño de la propuesta es aplicable para las sierras de las líneas de extrusión (ver figura 17) en estudio la cual minimiza la exposición a los puntos de peligros mecánicos.

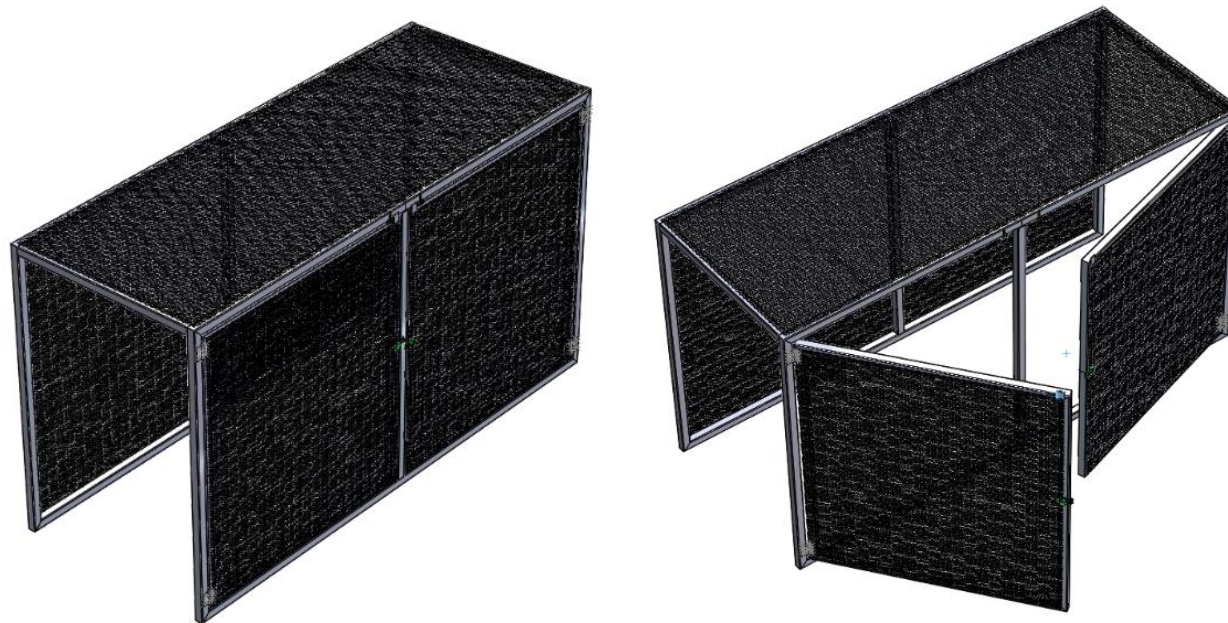


Figura 17. Propuesta del diseño para la sierra

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		49 de 129

En la figura 18 se detallan parte de los accesorios en el diseño propuesto

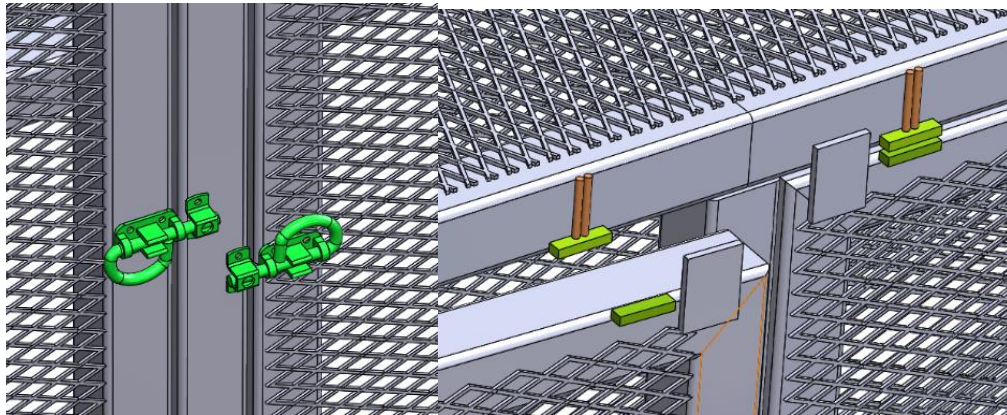


Figura 18. Accesorios de sobre cierres, topes y sensores en las puertas.

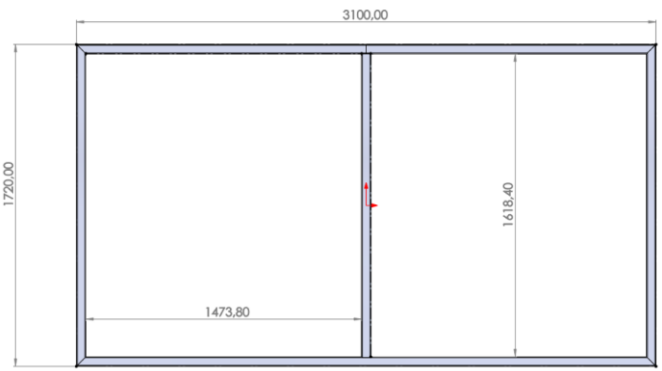
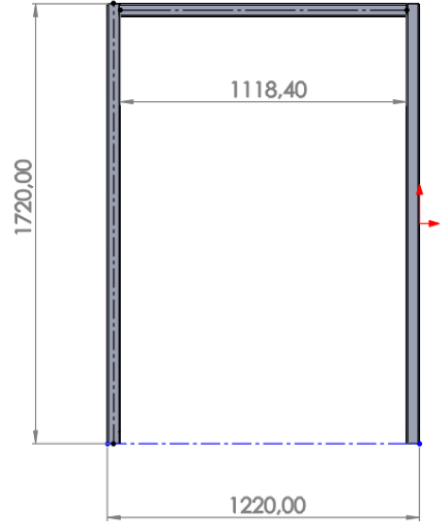
Deben tenerse en cuenta las siguientes características de la máquina:

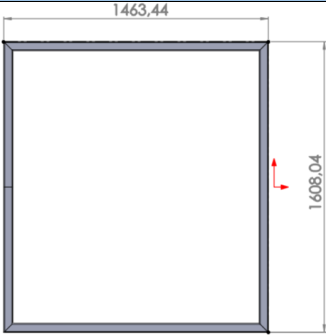
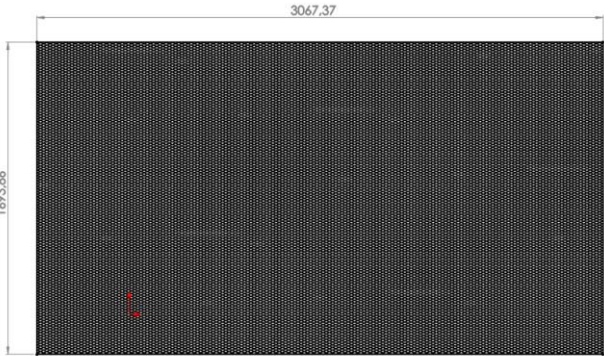
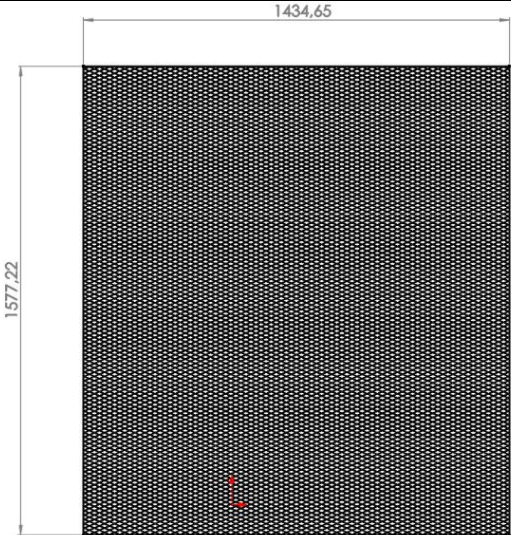
- ✓ Su capacidad de detener en todo momento el movimiento peligroso para los cual se utilizará resguardos físicos o móviles.
- ✓ Su capacidad de detener el movimiento peligroso sin provocar otros peligros.
- ✓ Un posible peligro por la proyección de piezas (de existir, utilizar resguardos físicos).
- ✓ Sus tiempos de parada (fundamentales para garantizar la efectividad del dispositivo de protección).
- ✓ La posibilidad de supervisar el tiempo de parada o el recorrido de inercia (es necesario si pueden producirse cambios por el envejecimiento o el desgaste de las piezas).

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		50 de 129

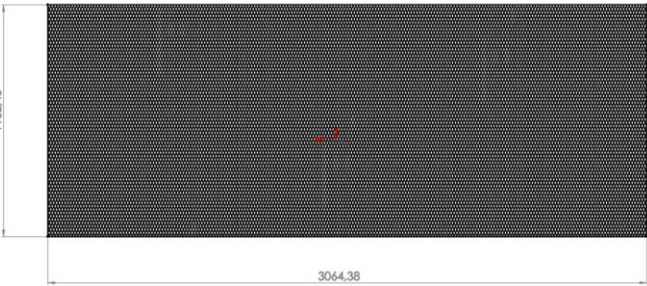
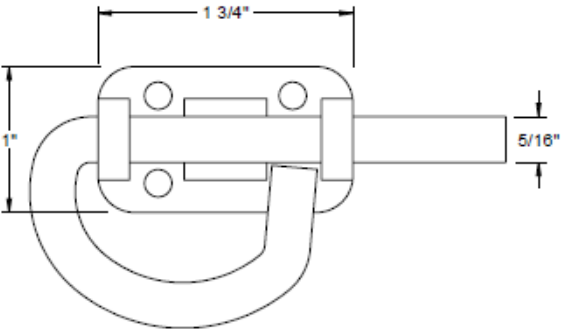
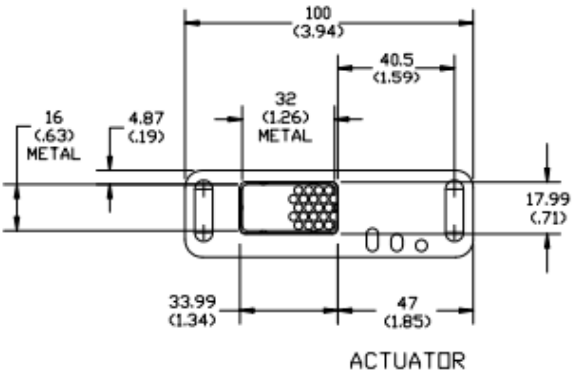
De seguido se detallan las especificaciones para las dos propuestas de diseño como piezas, tamaño, material y cantidad para elaborar la propuesta de diseño para sección de las sierras.

Cuadro 8. Especificaciones sobre la propuesta del diseño para la sierra

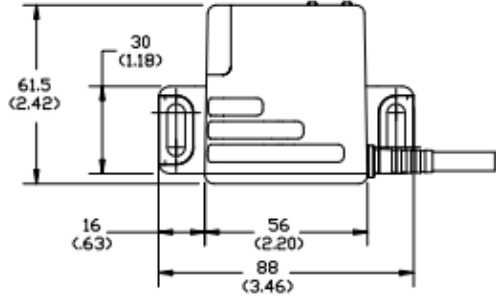
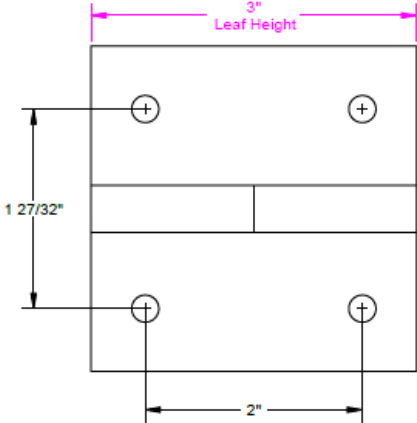
Pieza(mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Estructura en Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	2
	Estructura en Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	2

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Estructura en Tubo h.n cuadrado "2x2"	Tubo aluminio "2x2"	2
	Lamina Jordomex #3B 1/2 ", cobertor trasero	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	1
	Lamina Jordomex #3B 1/2 ", cobertor de laterales y puertas	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	4


Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		52 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Lamina Jordomex #3B 1/2 ", cobertor superior	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	1
 <p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Sistema de cierre en puertas en acero.	Sistema de cierre en puertas en acero.	2
 <p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Sensor de seguridad actuador magnético en puertas	Sensor de seguridad actuador magnético en puertas	2

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		53 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
 <p>SWITCH</p> <p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Sensor de seguridad switch magnético en puertas	Sensor de seguridad switch magnético en puertas	2
 <p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Bisagra metálica de 1/4"	Bisagra metálica de 1/4"	4

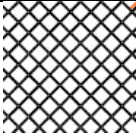





Al estudiar los materiales se determinó que el material 1 es la mejor opción, ya que es muy duradero y en comparación al otro material que es mucho más liviano y de menor calidad. La única desventaja es su precio, sin embargo, por la durabilidad de este, a largo plazo es más rentable, por lo que el estudio económico estará basado en la propuesta 1.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		54 de 129


Costo de la propuesta del diseño para la sierra


La propuesta económica para la protección en la sierra contempla materiales de gran resistencia a impactos, protecciones y durabilidad (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Propuesta económica de la protección para la sierra

Especificaciones	Imagen	Precio unitario (¢)	Cantidad requerida	Total (¢)
Lámina exp acl #3 en 1.50mm, rombo 12mm x25mm en 1.22x2.44		9 000	5	45 000
Sensaguard con retención incorporada, 2xpnnp, 0.2amp salida de seguridad máxima, cable 10 metros		93 000	2	186 000
Tubo h.n cuadrado "2x2" en 3/16 en 6mts.		25300	7	177 100
Angular h.n. 1 x 1 x 1/8 en 6,00 m		3995	5	19 975
Cierre de puertas de ¾ "		9500	2	19 000
Medidas: 3,5" x 3,5" x 20.		6000	4	24 000

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		55 de 129

Especificaciones	Imagen	Precio unitario (¢)	Cantidad requerida	Total (¢)
440C-CR30-22BBB Relés de seguridad Guardmaster, relé de seguridad configurado por software, PLe SIL 3, 22 E / S de seguridad, puerto serie integrado, puerto de programación USB, 2 ranuras enchufables, 24,0 V CC		300 000	1	300 000
Total				¢771 075

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		56 de 129

Propuesta de diseño para la Campaneadora:

En la figura 19 se muestra el diseño de la propuesta es aplicable para las campaneadoras de las líneas de extrusión en estudio esta propuesta minimiza la exposición a los puntos de peligros mecánicos.

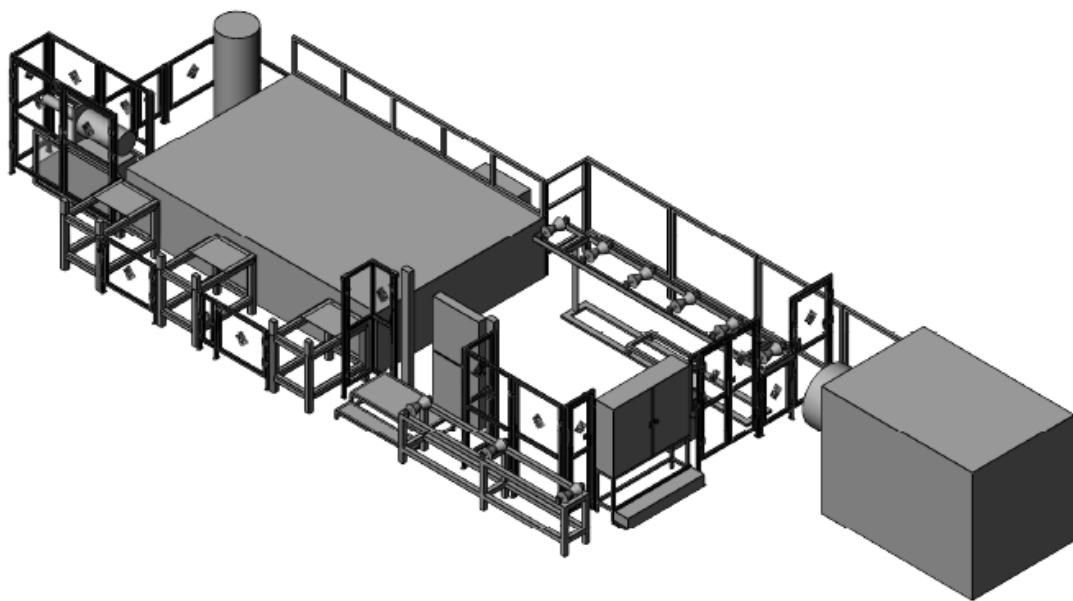


Figura 19. Propuesta del diseño de campaneadora

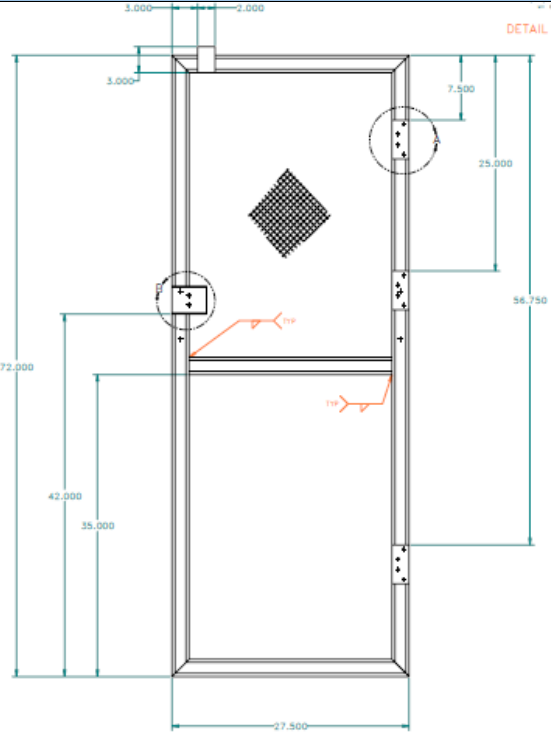
Deben tenerse en cuenta las siguientes características de la máquina:

- ✓ Su capacidad de detener en todo momento el movimiento peligroso para los cual se utilizará resguardos físicos o móviles.
- ✓ Su capacidad de detener el movimiento peligroso sin provocar otros peligros.
- ✓ Un posible peligro por la proyección de piezas (de existir, utilizar resguardos físicos).

- ✓ Sus tiempos de parada (fundamentales para garantizar la efectividad del dispositivo de protección).
- ✓ La posibilidad de supervisar el tiempo de parada o el recorrido de inercia (es necesario si pueden producirse cambios por el envejecimiento o el desgaste de las piezas).

De seguido se detallan las especificaciones para las dos propuestas de diseño como piezas, tamaño, material y cantidad para elaborar la propuesta de diseño para sección de las campaneadoras.

Cuadro 10. Especificaciones sobre la propuesta del diseño para la campaneadora

Pieza(mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Lamina Jordomex #3B 1/2 "para las puertas laterales	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	10

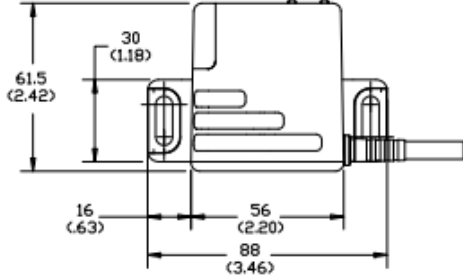
Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		58 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Lamina Jordomex #3B 1/2 "para los cobertores.	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	12
	Lamina Jordomex #3B 1/2 "para las puertas y cobertores	Lamina de Acrílico 2,4 mm, 122 x 244 cm	

Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		59 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
	Angular h.n. 1 x 1 x 1/8 para cobertores y puertas	Tubo aluminio "2x2"	40
<p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Sistema de cierre en puertas en acero.	Sistema de cierre en puertas en acero.	10
<p>ACTUADOR</p> <p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Sensor de seguridad actuador magnético en puertas	Sensor de seguridad actuador magnético en puertas	8


Durman by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		60 de 129

Pieza (mm)	Material 1	Material 2	Cantidad
 <p>SWITCH</p> <p>Se debe de considerar la conversión a mm</p>	Sensor de seguridad switch magnético en puertas	Sensor de seguridad switch magnético en puertas	8

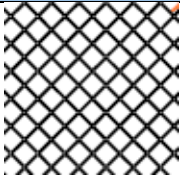




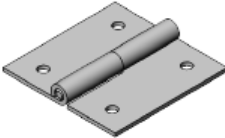
Al estudiar los materiales se determinó que el material 1 es la mejor opción, ya que es muy duradero y en comparación al otro material que es mucho más liviano y de menor calidad. La única desventaja es su precio, sin embargo, por la durabilidad de este, a largo plazo es más rentable, por lo que el estudio económico estará basado en la propuesta 1.


Costo de la propuesta de diseño para la campaneadora


La propuesta económica para la protección en la campaneadora contempla materiales de gran resistencia a impactos, protecciones y durabilidad (Ver cuadro 10).

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		61 de 129

Cuadro 10. Propuesta económica de la protección para la campaneadora

Especificaciones	Imagen	Precio unitario (¢)	Cantidad requerida	Total (¢)
Lámina exp acl #3 en 1.50mm, rombo 12mm x25mm en 1.22x2.44		9 000	20	180 000
Sensaguard con retención incorporada, 2xnpn, 0.2amp salida de seguridad máxima, cable 10 metros		93 000	8	744 000
Tubo h.n cuadrado “2x2” en 3/16 en 6mts.		25300	15	379 500
Angular h.n. 1 x 1 x 1/8 en 6,00 mts		3995	20	79 900
Cierre de puertas de ¾ ”		9500	8	76 000
Medidas: 3,5” x 3,5” x 20.		6000	32	192 000

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		62 de 129


Especificaciones	Imagen	Precio unitario (¢)	Cantidad requerida	Total (¢)
440C-CR30-22BBB Relés de seguridad Guardmaster, relé de seguridad configurado por software, PLe SIL 3, 22 E / S de seguridad, puerto serie integrado, puerto de programación USB, 2 ranuras enchufables, 24,0 V CC		300 000	2	600 000
Total				¢2251400

2. Controles administrativos


En esta sección se detallan los instructivos de trabajo que contienen la propuesta del programa de seguridad en máquinas para el área de extrusión. La finalidad es aplicarlos para realizar las actividades laborales de manera segura, garantizar la inspección y el correcto funcionamiento de los equipos que posee el área de extrusión.

Se brindan dos instructivos de trabajo:

- ✓ Instructivo de seguridad en máquinas y equipos.
- ✓ Instructivo para control de energías peligrosas (bloqueo y etiquetado).

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		63 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		

INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		64 de 129
INSTRUCTIVO PARA SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		

1. Objetivo

Definir las medidas de control mínimas, requeridas para reducir el riesgo de lesión o enfermedad relacionado con sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos inefectivos o ausentes.

2. Alcance


Asegurar que exista una adecuada protección en las máquinas/equipos sean trasladados, reestructurados o nuevos, antes de su puesta en función en puntos de cualquiera de las operaciones del área de extrusión en manufactura.

3. Definiciones

Guarda o cobertor: Barrera física que evita el contacto entre una parte del cuerpo del operador con cualquier peligro de la máquina. Las guardas incluyen guardas físicas, como carcazas, cubiertas, mallas, barreras o cercados. La guarda puede ser fija o móvil y ubicada en o cerca de la maquina/equipo.

Guarda con cerrojo: Control físico o eléctrico conectado al equipo o al equipo auxiliar con un enclavamiento eléctrico que va al sistema de circuitos de operación del equipo de manera que éste no pueda arrancarse normalmente a menos que la guarda esté engranada. El sistema de cerrojo puede ser mecánico, eléctrico, hidráulico, neumático o una combinación de ellos.

Dispositivo de seguridad: Medida no física para proporcionar el nivel deseado de protección, como cerrojos, barras de disparos sensibles a la presión, cables o tiras, dispositivos protectores electro sensibles (cortinas fotoeléctricas o cortinas de luz), etc.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		65 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		

Salvaguarda: Terminio general que se refiere a los medios proporcionados para proteger contra cualquier acceso a partes peligrosas de una máquina/equipo. Puede ser una guarda, dispositivo de seguridad, inaccesible o una combinación de ellos.


Paro de emergencia (“-E Stop” u hongo de seguridad): Control del operador diseñado para desactivar o parar inmediatamente una maquina o equipo auxiliar, generalmente se usa juntamente con los dispositivos físicos o electrónicos de seguridad. Un paro de emergencia (E-Stop u hongo de seguridad) no se usa para la operación rutinaria del equipo.

4. Descripción del Proceso

4.1 Cumplimiento

- ✓ Implementar prácticas y controles de administración en conformidad con los requisitos más estrictos de la compañía o los requisitos legales aplicables¹ y relacionados con los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos para máquinas.


¹ “Requisitos legales aplicables” quiere decir cualquier ley, reglamentación, regulación, requisito, estándar, norma, decreto o código que se aplique a las instalaciones y/o operación pertinente, que haya sido legislado, promulgado o publicado por cualquier gobierno, agencia u organismo regulador a nivel nacional, federal, estatal, provincial, municipal o cualquier otro de la localidad. También puede incluir leyes, reglamentaciones, regulaciones y convenios internacionales o regionales pertinentes y aplicables, como, pero sin limitarse a ellos, los Lineamientos de las Naciones Unidas y/o las Directrices o Regulaciones de la Unión Europea (UE), incorporadas a la legislación aplicable en la localidad o aplicables de manera directa sin la necesidad de ser incorporadas.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		66 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		

- ✓ Establezca y mantenga procesos para identificar, acceder y verificar periódicamente el cumplimiento de las versiones vigentes de estos requisitos legales aplicables.

4.2 Identificación de peligros y evaluación de riesgos.

- ✓ Realizar y documentar una evaluación inicial del lugar de trabajo para identificar maquinaria, equipo y áreas de trabajo que requieren sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos para proteger al personal y los procedimientos empleados para el control de esos peligros.
- ✓ Evaluar los riesgos en el lugar de trabajo es esencialmente lo mismo que en otros ámbitos de la vida. La gran diferencia radica en que nuestras normas de desempeño en el trabajo exigen, generalmente, que seamos más sistemáticos en nuestro enfoque y más precisos en nuestras conclusiones. La evaluación de riesgos responde las preguntas:
 - ¿Qué hay que hacer?
 - ¿Como se realiza?
 - ¿Donde?
 - ¿Qué puede salir mal?
 - ¿Qué tan serio puede ser?
 - ¿De qué depende que ocurra?
 - ¿Qué tan probable es que suceda?
 - ¿Qué debemos hacer al respecto?
 - ¿Cuáles son las medidas en caso de emergencia?

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		67 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		


- ✓ La evaluación:
 - Puede ser un documento independiente o puede ser incluido como parte de una evaluación de riesgo más exhaustiva.
 - Se debe actualizar cada vez que se añadan o modifiquen los procesos, el equipo o las instalaciones.
 - Se revisará por lo menos anualmente para verificar que esté actualizado.

4.3 Programa de protección en máquinas y equipos.

- ✓ Documente, mantenga e implemente un programa de protección en máquinas y equipos. El programa debe cubrir todas las secciones aplicables de esta instrucción y basado en la evaluación del riesgo de la instalación, se debe definir claramente los elementos de control necesarios para evitar el contacto con los peligros de la máquina y como se implementan en la subsidiaria.

4.4 Adquisición de Equipo Nuevo.


- ✓ Las máquinas/equipos con características peligrosas deben cumplir desde su adquisición con el cumplimiento de los lineamientos de esta instrucción, los requisitos legales del país y normativas internacionalmente aceptadas, de igual manera se debe asegurar que exista una adecuada protección en las máquinas/equipos sean nuevos, trasladados o reestructurados, antes de su puesta a puntos en cualquiera de las operaciones.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		68 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		

- ✓ Debe establecerse la documentación pertinente de las revisiones y las fichas de las máquinas/equipos, como parte del proceso de todo equipo nuevo que se vaya a instalar y que permita iniciar con el registro de estos en cualquier operación.

4.5 Suministro de protección en máquinas y equipos.


- ✓ Las subsidiarias deben proporcionar y mantener los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos conforme se requieran para evitar el contacto con los peligros de la máquina/equipo.
- ✓ Se deben proporcionar sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos para peligros de máquinas localizadas a 2 metros (7 pies) o más abajo. Los peligros de la máquina que se encuentren a una altura mayor que esta, deberán tener sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos si así lo indica la evaluación del riesgo de la instalación.
- ✓ Si hay guardas físicas entonces deberán resistir la fuerza de una persona que caiga en la guarda sin colapsarse dentro del peligro de la máquina/equipo.
- ✓ Cualquier apertura en las guardas, incluyendo las de metal expandidas no deben permitir el contacto de ninguna parte del cuerpo con el peligro de la máquina/equipo.
- ✓ Si se usan los dispositivos de seguridad (cortinas de luz, barras de disparo y cables, tiras sensibles a la presión, dispositivos fotoeléctricos) y/o enclavamientos eléctricos en lugar de, o en conjunto con, las guardas físicas deben hacer que paren las partes peligrosas antes de provocar una lesión.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		69 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		


- ✓ Los dispositivos de seguridad y enclavamientos eléctricos deben estar configurados de tal manera que la máquina/equipo no pueda ser arrancada después de que se haya operado el dispositivo de seguridad a menos que el dispositivo se haya reajustado manualmente.
- ✓ La instalación de sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos no debe crear ningún otro tipo de peligro en el lugar de trabajo, como orillas filosas, peligros con los que se pueda golpear, etc.
- ✓ En caso de que el propósito sea que varias máquinas/equipos trabajen como un sistema integrado, asegure que los dispositivos de seguridad, enclavamientos y paros de emergencia paren la sección correcta del equipo individual y que los términos empleados para etiquetar el control operativo tengan significados idénticos en todo el sistema.

4.6 Requerimientos mínimos de los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos.

- ✓ *Prevenir el contacto:* las guardas tienen que prevenir que las manos, brazos o cualquier parte del cuerpo del trabajador haga contacto con las partes móviles de la máquina/equipo. Una buena guarda de seguridad elimina la posibilidad de que el trabajador y otro personal se acerque a las partes en movimiento peligrosas.
- ✓ *Ser seguros y firmes:* Los trabajadores no deberían poder forzar o remover fácilmente las guardas. Una guarda que pueda ser quitada fácilmente no es segura del todo, estas deben estar hechas de materiales durables y resistentes a las condiciones normales de uso y estar firmemente adheridas a la máquina/equipo.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		70 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		

- ✓ *Proteger de objetos que caen o entran:* Las guardas deben proteger de objetos que puedan caer en las partes en movimiento. Una herramienta pequeña que caiga en una parte giratoria de la máquina/equipo puede fácilmente convertirse en un proyectil que lastime a los demás.
- ✓ *No debe crear nuevos peligros:* Una guarda de seguridad traicionaría su propósito si crea un peligro en sí mismo, como un punto cortante o un borde filoso que pueda generar una laceración. Los bordes de las guardas deben ser sin filo y redondeados para evitar accidentes.
- ✓ *No debe crear interrupciones:* Cualquier guarda de seguridad que impida a los trabajadores realizar su trabajo con rapidez y comodidad, tarde o temprano será removida o eliminada. Las guardas de seguridad apropiadas más bien amplían la eficiencia y comodidad a partir del punto que liberan al trabajador del temor al peligro de una lesión.
- ✓ *Permitir la lubricación:* Si es posible la guarda de seguridad debe permitir la lubricación de la máquina/equipo sin tener que removerlo. La colocación de un reservorio de aceite fuera del protector con una línea de abastecimiento al punto de lubricación reducirá la necesidad del operador o mecánico de entrar en el área de peligro.
- ✓ *Permitir la inspección de la máquina/equipo:* Al igual que en el punto anterior, la posibilidad de construir guardas transparentes o ubicar puntos de inspección, pueden eliminar la necesidad de quitar la protección.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		71 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		


4.7 Operación sin sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos o deshabilitadas.

No se debe operar la máquina/equipo sin Sistemas de Protección y Dispositivos de Seguridad o estando estos deshabilitados a menos que así se requiera para propósito de pruebas, observación, posicionamiento del equipo o procedimientos similares de mantenimiento y que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- ✓ Acceso restringido al equipo sin guardas para evitar que otros entren al área.
- ✓ Se tienen definidos los procedimientos seguros de operación y se cumple con los mismos, incluyendo los procedimientos de aislamiento de energía mediante la instrucción control de energías peligrosas.

4.8 Paros de emergencia

- ✓ Debe haber paros de emergencia (*E-stops* u hongos de seguridad) para cualquier equipo que deba apagarse rápidamente en caso de una emergencia y también en cualquier equipo donde se requieran en conformidad con la evaluación de riesgo.
- ✓ Los paros de emergencia (*E-stops* u hongos de seguridad) deben estar accesibles fácilmente e identificables de manera rápida.
- ✓ Los paros de emergencia (*E-stops* u hongos de seguridad) deben tener prioridad sobre el resto de los demás controles en todas las situaciones de operación.
- ✓ Los paros de emergencia (*E-stops* u hongos de seguridad) deben cortar lo más rápido posible la energía alimentada a cualquier máquina/equipo que pudiera causar situaciones peligrosas y así evitar otros peligros.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		72 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		


- ✓ El reajuste (reset) del paro de emergencia (*E-stop* u hongo de seguridad) no debe iniciar el re arranque de la máquina/equipo. Además de cualquier paro de emergencia (*E-stop* u hongo de seguridad) en el panel principal de control, se deben tener paros de emergencia satélite colocados donde haya un punto crucial de peligro, donde el operador trabaje rutinariamente cerca de este sitio y el punto de peligro está remoto al panel principal de control. Ejemplos de esto incluyen el equipo multinivel, largas corridas de bandas transportadoras o sistemas en cuartos múltiples.
- ✓ Los paros de emergencia (*E-stops* u hongos de seguridad) solo deben usarse para emergencias, no para la operación rutinaria o de apagado de la máquina/equipo.

4.9 Comunicación de los peligros

Conforme lo indica la evaluación de riesgo de la instalación, identifique los peligros conocidos de la máquina/equipo comunicándolo mediante etiquetas de advertencia o señalización que reconozca todo el personal de la instalación y realice una descripción de acuerdo con la ficha del apartado 6.

4.10 Inspecciones

Documente el aprovisionamiento y mantenimiento de sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos por lo menos mensualmente durante un proceso formal de auditoría/inspección. Se puede incluir este proceso como parte de las inspecciones o auditorías rutinarias.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		73 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		


4.11 Capacitación

- ✓ Capacite al personal de mantenimiento, operaciones y de otras áreas afectadas para que pueda identificar los peligros presentes de la máquina/equipo e implementar y cumplir con los siguientes controles definidos en el programa de protección en máquinas y equipos para controlar esos peligros. La capacitación debe incluir:
 - Capacitación inicial de concientización.
 - Recapitación cuando haya un cambio en el equipo que presente nuevos peligros o controles, o cuando haya evidencia de que los empleados tengan deficiencias en el conocimiento de los peligros y controles de la máquina/equipo.
- ✓ Asegure que los contratistas y visitantes entiendan y cumplan los requisitos relacionados con sistemas de protección y dispositivos de seguridad en máquinas y equipos.
































































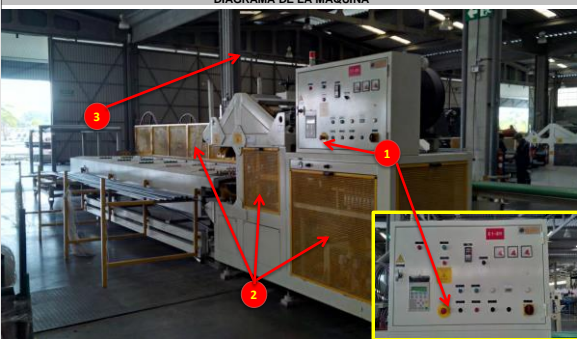
Los detalles de dicho programa se darán a conocer en el apartado de capacitación y formación.


5. Referencias











































- Estándar OSHA 29 CFR 1910.211, Subparte O, Maquinaria y Protección de Maquinas.
- ISO 12100:2016, Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.
- ANSI RIA 15.06 -2009
- Directiva Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, 2006-42-CE, Maquinaria.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		74 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		


6. Formulario

	Durman - Costa Rica																															
FICHA DESCRIPTIVA DE MÁQUINA O EQUIPO																																
INFORMACIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA Y EQUIPO																																
 <p>VISTA PRINCIPAL DE LA MÁQUINA O EQUIPO</p>	Nombre de la Máquina o Equipo: Ubicación de la Máquina o Equipo: Marca de la Máquina o Equipo: Tipo o Modelo de la Máquina o Equipo: Número de Serie de la Máquina o Equipo: Año Fabricación de la Máquina o Equipo: Contactos Fabricante de Máquina: Teléfono: E-Mail:	Inventario de fuentes de energía de la máquina o equipo <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ELÉCTRICA</td> <td>NEUMÁTICA</td> <td>HIDRÁULICA</td> <td>TÉRMICA</td> <td>QUÍMICA</td> <td>CINÉTICA</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>GAS</td> <td>OTRO</td> <td>VAPOR</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>							ELÉCTRICA	NEUMÁTICA	HIDRÁULICA	TÉRMICA	QUÍMICA	CINÉTICA	1	1	1	1	0	1					AGUA	GAS	OTRO	VAPOR	1	0	0	0
																																
	ELÉCTRICA	NEUMÁTICA	HIDRÁULICA	TÉRMICA	QUÍMICA	CINÉTICA																										
	1	1	1	1	0	1																										
																																
	AGUA	GAS	OTRO	VAPOR																												
1	0	0	0																													
INFORMACIÓN DE LOS PELIGROS DE LA MÁQUINA Y EQUIPO																																
PRINCIPALES PELIGROS IDENTIFICADOS EN LA MÁQUINA O EQUIPO		PELIGROS PRESENTES SEGÚN CLASIFICACIÓN NORMA ISO 14121																														
		<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MECÁNICO</td> <td>ELÉCTRICO</td> <td>TÉRMICO</td> <td>QUÍMICO</td> <td>BIOLÓGICO</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ERGONÓMICO</td> <td>RUIDO</td> <td>VIBRACIÓN</td> <td>RADIACIÓN</td> <td>OPERACIONAL</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>NO</td> <td>SI</td> </tr> </table>						MECÁNICO	ELÉCTRICO	TÉRMICO	QUÍMICO	BIOLÓGICO	SI	SI	SI	NO	NO						ERGONÓMICO	RUIDO	VIBRACIÓN	RADIACIÓN	OPERACIONAL	SI	SI	NO	NO	SI
																																
MECÁNICO	ELÉCTRICO	TÉRMICO	QUÍMICO	BIOLÓGICO																												
SI	SI	SI	NO	NO																												
																																
ERGONÓMICO	RUIDO	VIBRACIÓN	RADIACIÓN	OPERACIONAL																												
SI	SI	NO	NO	SI																												
INFORMACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE LA MÁQUINA Y EQUIPO																																
DIAGRAMA DE LA MÁQUINA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>DESCRIPCIÓN DISPOSITIVO</th> <th>UBICACIÓN DISPOSITIVO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Hongo de Seguridad de la Acampanadora</td> <td>Lado Izquierdo de la Acampanadora</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Cobertores de Seguridad de la Acampanadora</td> <td>Ambos Lados de la Acampanadora</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		#	DESCRIPCIÓN DISPOSITIVO	UBICACIÓN DISPOSITIVO	1	Hongo de Seguridad de la Acampanadora	Lado Izquierdo de la Acampanadora	2	Cobertores de Seguridad de la Acampanadora	Ambos Lados de la Acampanadora	3			4			5			6			7			8			9		
#	DESCRIPCIÓN DISPOSITIVO	UBICACIÓN DISPOSITIVO																														
1	Hongo de Seguridad de la Acampanadora	Lado Izquierdo de la Acampanadora																														
2	Cobertores de Seguridad de la Acampanadora	Ambos Lados de la Acampanadora																														
3																																
4																																
5																																
6																																
7																																
8																																
9																																
																																


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		75 de 129
INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS Y EQUIPOS.		

INFORMACIÓN SOBRE LA OPERATIVIDAD DE LA MÁQUINA Y EQUIPO																						
Uso Previsto de la Máquina o Equipo (Tipo Actividad): Inyección de resina compuesta en un molde para formar accesorios de PVC																						
Posición del Operador de la Máquina o Equipo: <input type="checkbox"/> De Pie <input type="checkbox"/> Sentado <input type="checkbox"/> Semi Sentado <input type="checkbox"/> Rotativo		Cantidad de Personas Requeridas para su Operación:																				
¿Se Requiere Conocimientos Específicos para la Operación de la Máquina o Equipo?: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		Indíquelas: Conocimientos de unidades básicas de temperatura, presión y velocidad																				
Elementos de Accionamiento de la Máquina o Equipo: <input type="checkbox"/> Botonera <input type="checkbox"/> Palanca <input type="checkbox"/> Panel <input type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/> Otros:		Indíquelas:																				
Elementos Adicionales de la Máquina o Equipo: <input type="checkbox"/> Manual Fabricante <input type="checkbox"/> Instructivo Operación <input type="checkbox"/> Planos y Diagramas <input type="checkbox"/> Otros:		Indíquelas:																				
Equipo de Protección Personal Requerido para Operar la Máquina o Equipo (Según Sistema HMIS):																						
<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Casco de Seguridad</td> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Traje Cuerpo Completo de Seguridad</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Tapones u Orejeras de Seguridad</td> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Polvos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Anteojos o Monogafas de Seguridad</td> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Vapores Media Cara</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Pantalla Facial de Seguridad</td> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Vapores y Polvos Media Cara</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Guantes de Seguridad</td> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Vapores y Polvos Cara Completa</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Botas o Zapatos de Seguridad</td> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Equipo Autónomo de Aire</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Delantal o Mandil de Seguridad</td> <td><input type="checkbox"/>  Otros:</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Casco de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Traje Cuerpo Completo de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Tapones u Orejeras de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Polvos	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Anteojos o Monogafas de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Vapores Media Cara	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Pantalla Facial de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Vapores y Polvos Media Cara	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Guantes de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Vapores y Polvos Cara Completa	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Botas o Zapatos de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Equipo Autónomo de Aire	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Delantal o Mandil de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Otros:					
<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Casco de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Traje Cuerpo Completo de Seguridad																					
<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Tapones u Orejeras de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Polvos																					
<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Anteojos o Monogafas de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Vapores Media Cara																					
<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Pantalla Facial de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Vapores y Polvos Media Cara																					
<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Guantes de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Respirador para Vapores y Polvos Cara Completa																					
<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Botas o Zapatos de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Equipo Autónomo de Aire																					
<input type="checkbox"/>  Protección Obligatoria Delantal o Mandil de Seguridad	<input type="checkbox"/>  Otros:																					
Límites de la Máquina o Equipo:		<table border="0"> <tr> <td>Voltaje/Tensión <input type="text"/></td> <td>Frecuencia <input type="text"/></td> <td>Presión <input type="text"/></td> <td rowspan="4">Indíquelas:</td> </tr> <tr> <td>Temperatura <input type="text"/></td> <td>Humedad <input type="text"/></td> <td>Altitud <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Horas de Servicio <input type="text"/></td> <td>Velocidad tonillo <input type="text"/></td> <td>Otros: <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> </table>		Voltaje/Tensión <input type="text"/>	Frecuencia <input type="text"/>	Presión <input type="text"/>	Indíquelas:	Temperatura <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Altitud <input type="text"/>	Horas de Servicio <input type="text"/>	Velocidad tonillo <input type="text"/>	Otros: <input type="text"/>									
Voltaje/Tensión <input type="text"/>	Frecuencia <input type="text"/>	Presión <input type="text"/>	Indíquelas:																			
Temperatura <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Altitud <input type="text"/>																				
Horas de Servicio <input type="text"/>	Velocidad tonillo <input type="text"/>	Otros: <input type="text"/>																				
Acciones Realizadas por la Máquina o Equipo:		<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Cortar</td> <td><input type="checkbox"/> Empujar</td> <td><input type="checkbox"/> Levantar</td> <td><input type="checkbox"/> Doblar</td> <td><input type="checkbox"/> Moldear</td> <td><input type="checkbox"/> Soldar</td> <td rowspan="3">Indíquelas:</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Fundir</td> <td><input type="checkbox"/> Esterilizar</td> <td><input type="checkbox"/> Comprimir</td> <td><input type="checkbox"/> Envolver</td> <td><input type="checkbox"/> Empacar</td> <td><input type="checkbox"/> Armar</td> </tr> <tr> <td colspan="6"><input type="checkbox"/> Calentar / Enfriar <input type="checkbox"/> Otras Acciones Realizadas por la Máquina o Equipo:</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> Cortar	<input type="checkbox"/> Empujar	<input type="checkbox"/> Levantar	<input type="checkbox"/> Doblar	<input type="checkbox"/> Moldear	<input type="checkbox"/> Soldar	Indíquelas:	<input type="checkbox"/> Fundir	<input type="checkbox"/> Esterilizar	<input type="checkbox"/> Comprimir	<input type="checkbox"/> Envolver	<input type="checkbox"/> Empacar	<input type="checkbox"/> Armar	<input type="checkbox"/> Calentar / Enfriar <input type="checkbox"/> Otras Acciones Realizadas por la Máquina o Equipo:					
<input type="checkbox"/> Cortar	<input type="checkbox"/> Empujar	<input type="checkbox"/> Levantar	<input type="checkbox"/> Doblar	<input type="checkbox"/> Moldear	<input type="checkbox"/> Soldar	Indíquelas:																
<input type="checkbox"/> Fundir	<input type="checkbox"/> Esterilizar	<input type="checkbox"/> Comprimir	<input type="checkbox"/> Envolver	<input type="checkbox"/> Empacar	<input type="checkbox"/> Armar																	
<input type="checkbox"/> Calentar / Enfriar <input type="checkbox"/> Otras Acciones Realizadas por la Máquina o Equipo:																						
Movimientos Realizados por la Máquina o Equipo:		<input type="checkbox"/> Rotación <input type="checkbox"/> Traslación <input type="checkbox"/> Reciprocación <input type="checkbox"/> Otros: <input type="text"/> Indíquelas:																				
¿Cuenta la Máquina o Equipo con la Información Adherida en Idioma Local?: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																						
¿Es la Máquina o Equipo Bloqueables en sus Energías?: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		¿Cuenta la Máquina o Equipo con un Procedimiento para el Control de la Energía Peligrosa?: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																				
¿La Máquina o Equipo ha sido modificado desde su adquisición?: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		Explique:																				
BLOQUEO Y ETIQUETADO																						
Este procedimiento de bloqueo y etiquetado corresponde únicamente a la máquina descrita anteriormente, acá encontrará una idea muy general de como realizar este procedimiento de forma correcta y segura, si tiene dudas consulte directamente el manual detallado de bloqueo y etiquetado para ésta máquina, el cual encontrará a un costado de la máquina.																						
<ol style="list-style-type: none"> Notifique al personal afectado Solo si lo requiere, realice los posicionamientos de las partes que necesite reparar antes de realizar la desconexión. Active los hongos de seguridad y coloque el respectivo dispositivo de bloqueo Proceda a desconectar el Plug-in de la línea, ubicado en las canaletas de las conexiones eléctricas, que se encuentran en el final de la línea, pegando con la pared, una vez hecho esto coloque el dispositivo de bloqueo respectivo. Proceda a abrir el panel eléctrico y coloque en OFF ó 0 todos los breaker del sistema, luego proceda a colocar los respectivos dispositivos de bloqueo Una vez hecho lo anterior, proceda a comprobar realizando una medición de tensión que no existe energía en el área que va a trabajar. Cierre la llave del suministro de agua para los moldes 			<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; width: 150px; margin: 0 auto;"> <div style="font-size: 48px; font-weight: bold; margin: 0;">3</div> <div style="font-size: 18px; font-weight: bold; margin: 5px 0;">Puntos de bloqueo</div> </div>																			
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;"> Elaborado Por: </td> <td style="width: 25%;"> Nombre: Jimmy Rpijas Cargo / Puesto: </td> <td style="width: 25%;"> Aprobado Por: </td> <td style="width: 25%;"> Nombre: Cargo / Puesto: </td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: right;"> Fecha de Elaboración 15-nov.-20 </td> </tr> </table>				Elaborado Por:	Nombre: Jimmy Rpijas Cargo / Puesto:	Aprobado Por:	Nombre: Cargo / Puesto:			Fecha de Elaboración 15-nov.-20												
Elaborado Por:	Nombre: Jimmy Rpijas Cargo / Puesto:	Aprobado Por:	Nombre: Cargo / Puesto:																			
		Fecha de Elaboración 15-nov.-20																				

Fin del documento

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		76 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		77 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

1. Objetivo

Definir las medidas mínimas para el control de energía peligrosa procedente de maquinaria, equipo o sistemas de procesamiento, cuando la energización o liberación de energía almacenada pueda causar lesiones.

2. Alcance

Se aplica a todas las secciones de las máquinas en el área de extrusión en las que exista la posibilidad de trabajar donde la energización o liberación de energía almacenada podría causar lesiones.


Se aplica a las fuentes de energía, incluso, pero sin limitarse a, energía eléctrica, neumática, hidráulica, almacenada (como gravedad, energía almacenada en un resorte o gas comprimido) química, térmica y radiación.

3. Definiciones

Energía peligrosa: Cualquier energía eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, química, térmica u otra que, si se aplica inadvertidamente a una máquina o trabajador, puede causar una lesión.

Fuente de energía: Cualquier fuente de energía eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, química, térmica u otra.

Bloqueo: La colocación de un dispositivo para asegurar el aislamiento de la energía y el equipo al que controla no se puedan operar hasta que este dispositivo sea retirado.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		78 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		


Tarjeteo: La colocación de una etiqueta en un dispositivo para aislamiento de energía en la que se indica que el dispositivo y el equipo al que controla no pueden ser operados hasta que la etiqueta sea retirada.

Dispositivo para el aislamiento de energía: Un dispositivo mecánico que evita físicamente la transmisión o liberación de energía, lo que incluye, pero no se limita a:

- ✓ Un interruptor automático eléctrico operado en forma manual.
- ✓ Un interruptor de desconexión.
- ✓ Un interruptor operado en forma manual por medio del cual se desconecten los conductores de un circuito de todos los conductores de abastecimiento sin conexión a tierra y, además, que ningún polo pueda ser operado de forma independiente.
- ✓ Una válvula de paso
- ✓ Un bloque
- ✓ Cualquier dispositivo similar usado para bloquear o aislar energía.

Los botones de contacto, los conmutadores selectores y demás dispositivos del tipo de circuitos de control no son dispositivos para el aislamiento de energía.

Corte de la línea: Una desconexión, separación o interrupción no rutinaria de la tubería del proceso. No aplica a los procedimientos de rutina que utilizan equipo diseñado de manera específica para la separación de rutina (p. ej., accesorios de desconexión rápida para conexiones de limpieza de la tubería en el sitio).

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		79 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

4. Descripción Del Proceso


4.1 Cumplimiento

- ✓ Ponga en marcha prácticas y controles en cumplimiento con los requisitos más estrictos, ya sea de la compañía o los requisitos legales aplicables² relacionados con el control de energía peligrosa.
- ✓ Establezca y mantenga los procesos para identificar, tener acceso y verificar en forma periódica el cumplimiento de las versiones actualizadas de estos requisitos legales aplicables. Estos procesos pueden ser específicos para el control de energía peligrosa o formar parte de un proceso de cumplimiento más amplio.


4.2 Identificación del peligro y evaluación del riesgo

- ✓ Conduzca y documente una evaluación inicial del lugar de trabajo para identificar las tareas, maquinaria y equipo en los cuales la energización o liberación de energía puedan ocasionar lesiones a los trabajadores establezca los criterios de acuerdo con cómo se indica en el apartado 6 de esta instrucción.

² “Requisitos legales aplicables” quiere decir cualquier ley, reglamentación, regulación, requisito, estándar, norma, decreto o código que se aplique a las instalaciones y/o operación pertinente, que haya sido legislado, promulgado o publicado por cualquier gobierno, agencia u organismo regulador a nivel nacional, federal, estatal, provincial, municipal o cualquier otro de la localidad. También puede incluir leyes, reglamentaciones, regulaciones y convenios internacionales o regionales pertinentes y aplicables, como, pero sin limitarse a ellos, los Lineamientos de las Naciones Unidas y/o las Directrices o Regulaciones de la Unión Europea (UE), incorporadas a la legislación aplicable en la localidad o aplicables de manera directa sin la necesidad de ser incorporadas.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		80 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

- ✓ Evaluar los riesgos en el lugar de trabajo es esencialmente lo mismo que en otros ámbitos de la vida. La gran diferencia radica en que las normas de desempeño en el trabajo exigen, generalmente, que se sea más sistemáticos en el enfoque y más precisos en conclusiones. La evaluación de riesgos responde las preguntas:
 - ¿Qué hay que hacer?
 - ¿Qué puede salir mal?
 - ¿Qué tan serio puede ser?
 - ¿Qué tan probable es que suceda?
 - ¿Qué debemos hacer al respecto?
- ✓ La evaluación:
 - Debe incluir labores de mantenimiento en las que es necesario el retiro o paso de protecciones o dispositivos de seguridad, y cualquier trabajo en el cual el empleado deba colocar cualquier parte del cuerpo en una zona peligrosa del equipo o punto de operación.
 - Puede tratarse de un documento independiente o formar parte de una evaluación más amplia del riesgo.
 - Tienen que actualizarse siempre que se agreguen o modifiquen procesos, equipo o instalaciones de manera que cambie el perfil de peligro.
 - Se revisará por lo menos una vez al año para verificar que esté actualizada.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		81 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

4.3 Procedimientos de control de energía

- ✓ Ponga en práctica procedimientos documentados para el control de energía peligrosa para todos los equipos en los que sea pertinente.
- ✓ Los procedimientos deben incluir:
 - Los pasos que deben seguirse para apagar o aislar máquinas/equipo.
 - Los pasos que deben seguirse para la colocación y retiro de dispositivos de bloqueo o etiquetado de bloqueo.
 - Los pasos que deben seguirse para verificar la eficacia de los dispositivos de bloqueo o etiquetado, antes de iniciar cualquier trabajo en la máquina/equipo aislado;
 - Los procedimientos específicos para el equipo que identifiquen la ubicación de los controles y los métodos para el aislamiento de energía en cada maquinaria y equipo en los que la energización o liberación de energía podría causar lesiones;
 - Las máquinas y equipo similares pueden quedar incluidos en un solo procedimiento.
 - El equipo en el que la energía peligrosa puede controlarse con el solo hecho de desconectar el cable eléctrico y mantener la clavija bajo el control personal del individuo que desempeña el trabajo no requiere procedimientos documentados.
 - Los pasos que deben seguirse para mantener la continuidad de la protección por medio del bloqueo o etiquetamiento durante los cambios de personal.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		82 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

- Los procedimientos para asegurar el control personal de la energía peligrosa para cada individuo cuando varias personas estén trabajando con el mismo equipo (o relacionado) (bloqueo/etiquetado “grupal).
- Los procedimientos, incluido un programa de permisos, que deben acatarse en caso del corte de una línea y otras situaciones en las que no sea posible elaborar procedimientos para el control de energía peligrosa específicos para ese equipo.


4.4 Permiso para cortar una línea

- ✓ Para el corte de una línea y otros trabajos similares en los sistemas de procesamiento de sustancias químicas en donde no existan procedimientos específicos para el control de energía peligrosa, establezca un programa de permisos para controlar, vigilar, documentar este trabajo y las medidas de control aplicadas.
- ✓ Como mínimo, esto se aplica a los sistemas que contienen sustancias químicas peligrosas u otros líquidos que pueden causar lesiones al entrar en contacto con ellos, incluidos líquidos a 55°C (130°F) o más, gas comprimido a una presión mayor de 5.5 bar³ (> 80 psi), o vapor.

³ Presión estática nominal en los sistemas de aire comprimido de la subsidiaria.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		83 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

- ✓ Este permiso debe ser autorizado por un empleado designado que conozca el sistema, sus fuentes de energía, peligros potenciales y procedimientos de control de energía.
- ✓ La persona que autoriza el permiso y todo el personal involucrado en el trabajo deben llevar a cabo una evaluación previa para identificar los controles necesarios para la ejecución segura del trabajo. Como mínimo, se deben considerar los siguientes factores:
 - El control de energía peligrosa, incluido el aislamiento de la línea para impedir la descarga de material peligroso.
 - Todos los peligros adicionales además de la energía peligrosa y las medidas de control necesarias.
 - Todo el Equipo de Protección Personal (EPP) necesario.
 - Todo el equipo de emergencia necesario en caso de que fallen los controles.
 - El método para asegurar el área a fin de prevenir la exposición del resto del personal.
- ✓ La información mínima que debe documentarse en el permiso incluye:
 - Fecha, hora y ubicación del trabajo.
 - Descripción del trabajo que se va a realizar.
 - Fecha y hora de expiración.
 - El Equipo de Protección Personal (EPP) necesario.
 - Fuentes potenciales de energía peligrosa y cualquier otro peligro, junto con las medidas específicas de control aplicadas para cada uno.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		84 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

- Verificación firmada por la persona que autoriza, el asistente y las personas que realizan el trabajo, de que lo anterior se llevó a cabo y se verificó.


Durante el corte inicial de la línea debe estar presente un ayudante familiarizado con el sistema, sus riesgos y los procedimientos de control de energía peligrosa, quien deberá llevar puesto el EPP adecuado.

4.5 Equipo mecánico activado por medio de energía eléctrica, neumática o hidráulica

4.5.1 Proceso de Bloqueo

Desenergice la maquinaria o equipo que funciona por medio de energía eléctrica, neumática o hidráulica de manera que todo el personal esté protegido contra lesiones.


- ✓ Detenga el equipo con el botón normal de paro o su equivalente. No utilice un desconectador, interruptor de seguridad, interruptor automático o entrecierre en este paso.
- ✓ Aísle todas las fuentes de energía que alimentan el equipo.
- ✓ Desconecte los interruptores eléctricos que sea necesario, de pie a un lado del interruptor.
- ✓ Apague todos los dispositivos de desconexión neumáticos o hidráulicos que sea necesario para eliminar la presión contracorrente.
- ✓ Libere o bloquee toda la energía almacenada, como gravedad o almacenada en resortes.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		85 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

- ✓ Todas las personas expuestas al potencial de energía peligrosa tienen que bloquear toda fuente de energía, mediante la colocación de un candado con llave individual en cada uno de los dispositivos para el aislamiento de energía, o de acuerdo con los procedimientos documentados de las instalaciones que proporcionan un grado equivalente de protección individual. La(s) llave(s) debe(n) retirarse y resguardarse bajo control personal.
- ✓ Verifique que todas las fuentes de energía han sido aisladas:
 - Compruebe de manera visual que todo el personal se encuentre alejado del equipo.
 - Intente echar a andar el equipo, accione todos los mecanismos neumáticos o hidráulicos y confirme que el equipo no opera.
 - Regrese los controles a la posición de “neutral”, “detener” (stop) o “apagado” (off) después de la verificación.
- ✓ Lleve a cabo el trabajo requerido.

4.5.2 Proceso Etiquetado

Adjunte una etiqueta de “bloqueo” además del candado si la persona que bloquea un dispositivo para el aislamiento de energía tiene que abandonar el sitio antes de que sea seguro volver a energizar el equipo y esta persona no va a ser relevada durante el siguiente periodo de trabajo.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		86 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

- ✓ Tiene que colocarse una etiqueta de bloqueo además del bloqueo, y mientras la persona aún se encuentra en el sitio, si así lo indica la evaluación de riesgo del sitio, por ejemplo, en caso de que el lugar de bloqueo esté alejado del equipo afectado.
- ✓ La etiqueta tiene que incluir una advertencia (p. ej., “Cuidado – No Operar”) e indicar de manera legible el nombre de la persona que colocó la etiqueta, la razón para colocarla, la fecha y el equipo/sistema que fue desenergizado.



4.5.3 Etiqueta en vez de bloqueo

Si un dispositivo para el aislamiento de energía no tiene las condiciones físicas para el bloqueo, se seguirá el procedimiento de cierre eléctrico descrito con anterioridad, con etiquetas en vez de candados. Además, el sitio debe poner en práctica otros controles, como el retiro de fusibles o la desconexión de conductores por parte de un electricista calificado, si así lo indica la evaluación de riesgo del sitio.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		87 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

4.5.4 Retiro del bloqueo/etiqueta


Una vez concluido el trabajo, vuelva a energizar la máquina o equipo de manera que el personal esté a salvo de sufrir una lesión.

- ✓ Inspeccione el área de trabajo para verificar que la operación de todos los componentes es segura, que se han retirado todos los instrumentos de trabajo y se han colocado de nuevo los dispositivos de seguridad de la máquina y todo el personal se encuentra en un lugar seguro.
- ✓ Retire los candados de todos los dispositivos para el aislamiento de energía. Cada persona tiene que retirar su propio candado.
- ✓ Re energicé el equipo:
 - Verifique de manera visual que el personal se encuentre alejado del equipo.
 - Desconecte todos los dispositivos para el aislamiento de energía de pie a un lado del interruptor eléctrico.

4.5.5 Retiro del candado cuando el dueño del candado no se encuentra en el sitio

Nadie está autorizado a retirar el candado de otra persona mientras la persona a la que pertenece el candado está en el sitio. Siga los procedimientos especiales para retirar el candado y la etiqueta cuando la persona no se encuentra en el sitio.

- ✓ El supervisor del empleado tiene que verificar que el empleado autorizado no se encuentra en la planta.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		88 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

- ✓ Tiene que tratar de localizar al propietario del candado para confirmar que es seguro retirar el candado y operar el equipo, e informarle que el candado va a ser retirado. Si no lo localiza, avise al dueño del candado que su candado ha sido retirado cuando regrese al sitio, antes de iniciar el trabajo.
- ✓ Un empleado designado, conocedor del equipo (familiarizado con la operación del equipo, sus riesgos y los procedimientos del sitio para el control de energía peligrosa) debe hacer una evaluación completa y convenir que ningún empleado resultará lesionado si se retira el candado y se energiza el equipo.
- ✓ El empleado designado, con conocimientos del equipo, debe llevar a cabo los procedimientos de “Retiro de Cierre eléctrico/Etiqueta de cierre eléctrico” como se describió antes.

4.5.6 Dispositivos para el aislamiento de energía, candados y etiquetas

Proporcione dispositivos para el aislamiento de energía, incluso candados y etiquetas, durables y adecuados para el uso previsto.


- ✓ Los dispositivos de aislamiento de energía.
- ✓ Los candados usados para el cierre eléctrico deben uniformarse en todo el sitio y estar diseñados para este uso exclusivo. Cada candado debe tener una sola llave para asegurar el control personal.
- ✓ Si se proporciona más de una llave, las llaves extras deben resguardarse en un lugar designado. Cada candado deberá ser identificable para la persona que lo usa.
- ✓ Las etiquetas deben tener un modo de colocación seguro y, si están pre-impresas, todo el personal de las instalaciones debe poder entenderlas.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		89 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

4.6 Capacitación


Asegúrese de que los empleados y el demás personal involucrado, cuyas operaciones de trabajo estén o puedan estar en un área donde se apliquen los procedimientos de control de energía reciban la capacitación adecuada para cumplir sus funciones y responsabilidades con respecto al control de energías peligrosas. La capacitación debe incluir como mínimo, pero no limitada a:

- ✓ Capacitación inicial documentada, que incluya:
 - Las fuentes de energía presentes en las instalaciones.
 - Una descripción general de la instrucción en el Control de Energías Peligrosas.
 - Una revisión de los tipos de dispositivos para el aislamiento de energía que verán en uso.
 - La prohibición de retirar los candados o etiquetas usadas para bloqueo o de intentar poner en marcha o re energizar el equipo que fue cerrado o etiquetado.
 - La prohibición de operar equipo energizado y de llevar a cabo procedimientos de cierre eléctrico o etiquetado, a menos que se haya recibido la capacitación.
- ✓ Capacitación de actualización:
 - Cuando se cambien la instrucción Control de Energías Peligrosas del sitio o se efectúen cambios en el equipo o tareas que tengan como consecuencia peligros nuevos o diferentes.
 - Cuando exista evidencia de deficiencias en los conocimientos de los empleados con respecto a sus funciones o responsabilidades.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		90 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

5. Referencias


- Estándar OSHA 29 CFR 1910.147, El Control de Energía Peligrosa.
- Refiérase al formulario inventario de máquinas y equipos para LOTO.
- Refiérase al formulario de fichas de máquinas y equipos.

 by aliaxis	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		91 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

6. Para mejorar el programa LOTO




Figura 20. Programa de bloqueo y etiquetado


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		92 de 129
INSTRUCTIVO PARA EL CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS.		

Instructivo Bloqueo y Etiquetado de Maquinaria y Equipos		
Durman		
CONTROL DOCUMENTAL	Código de máquina:	Ubicación: Planta de extrusión Coyoil
Primera Versión: 16/11/2020	SIERRA- E1	
Versión Actualizada:		
2	Puntos de bloqueo	NOTA: Este es un procedimiento para el bloqueo y etiquetado únicamente de la máquina o equipo descrito en esta ficha, por lo cual debe utilizarse solo para este equipo. Si tiene alguna duda con lo aquí indicado, consulte con el encargado de salud ocupacional o con su jefe directo
Proceso de Bloqueo y Tarjeteo		
1. Apague la maquinaria/el equipo y solicite permiso para realizar LOTO 2. Identifique todas las fuentes y riesgos de energía, incluidos los posibles riesgos energeticos de otros equipos en serie. 3. Identifique puntos de aislamiento. 4. Bloquee todos los puntos de aislamiento. 5. Verifique que todas las fuentes de energía, incluidas las almacenadas, estén controladas de manera efectiva. 6. Realice el trabajo. 7. Prepárese para energizar la máquina o el equipo.		
Puntos de bloqueo		
Paso #	Acción	Información ilustrativa
 Paso 1 Eléctrica	Gire la maneta	
 Paso 2 Eléctrica	Coloque el dispositivo de Bloqueo, Verifique que no existe tensión. Verifique que no existe tensión. Y recuerde realizar el permiso de trabajo.	
 Paso 1 Neumatica	Gire la maneta	
 Paso 2 Neumatica	Coloque el dispositivo de Bloqueo	
Proceso de remoción del bloqueo		
1. Herramientas de extracción de maquinaria y equipo. 2. Asegurese de que los trabajadores estén fuera de la maquinaria/equipo y vuelva a instalar la protección de la máquina. 3. Asegurese de que se hayan eliminado todos los dispositivos de bloqueo. 4. Notificar a los trabajadores afectados e involucrados. 5. Vuelva a energizar la máquina o el equipo		

Fin del documento

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		93 de 129

F. CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		94 de 129

Objetivo General:


Promover la participación y concientización de todos los trabajadores del área de extrusión involucrados en la gestión de con intervención en máquinas.

Objetivos Específicos:

- ✓ Dar a conocer las responsabilidades, involucrados y la forma en que se gestionar el programa.
- ✓ Disminuir la brecha con respecto a la información referente a la seguridad en máquinas.
- ✓ Formar a los trabajadores en la prevención y protección de maquinaria en el área de extrusión.
- ✓ Fortalecer el programa de control en energías peligrosas (Bloqueo y etiquetado).
- ✓ Generar un sentido de pertenencia a la institución, en los trabajadores operativos.


Para el desarrollo de las capacitaciones se describen los pasos a seguir:

- ✓ Es responsabilidad de la jefatura de extrusión junto con recursos humanos el solicitar al departamento de seguridad ocupacional el impartir dicha formación, es quien coordina las posibles fechas y el lugar en que se brindará la capacitación.
- ✓ La capacitación, se debe de impartir cada año como mínimo o cuando se realice un cambio en procedimientos o modificaciones, adicionalmente todo colaborador nuevo debe de llevar dicha formación.
- ✓ Se debe de generar el registro respectivo de acuerdo con el formulario de la empresa, ningún operador debe iniciar labores en el área de extrusión sin esta preparación.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		95 de 129


- ✓ Se realizará una prueba escrita la cual medirá el nivel de conocimiento obtenido en la capacitación por el participante.

En el cuadro 11 se especifica los tipos de capacitaciones y los contenidos requeridos como fundamento para el desarrollo de seguridad en máquinas.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		96 de 129

Cuadro 11. Temario de capacitación del programa de seguridad en máquinas


Tema	Objetivo	Responsable capacitación	Contenidos	Materiales	Personas que serán capacitadas	Duración (min)	Indicador
Seguridad en máquinas	Brindar al personal de extrusión los conocimientos mínimos requeridos en referente a seguridad en máquinas de extrusión	Departamento de HSE	<ul style="list-style-type: none"> Resguardos de maquinas Señalización Sensores de seguridad Identificación de peligros y evaluación de riesgos. Peligros mecánicos 	<ul style="list-style-type: none"> Computadora Proyector Formulario de asistencia Pizarra Marcadores 	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de Manufactura Jefatura de producción Supervisores de planta. Operarios de extrusión Operarios de Mantenimiento Operarios de Calidad 	60	Cantidad de trabajadores que asistieron $\frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$ Cantidad total de trabajadores

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		97 de 129


Tema	Objetivo	Responsable capacitación	Contenidos	Materiales	Personas que serán capacitadas	Duración (min)	Indicador
Rutinas de inspección en dispositivos de seguridad	Formar al personal en rutinas diarias para establecer un mantenimiento preventivo en cobertores y sensores	Departamento de HSE	<ul style="list-style-type: none"> • Formatos de inspección. • Límites de las máquinas. • Estado deseado en los dispositivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Proyector • Formulario de asistencia • Pizarra • Marcadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefatura de producción • Supervisores de planta. • Operarios de extrusión • Operarios de Mantenimiento 	60	Cantidad de trabajadores que asistieron —————x100 Cantidad total de trabajadores
Control de energías peligrosas (bloqueo y etiquetado)	Contar con personal capacitado en la intervención de máquinas por paro programado o falla.	Departamento de HSE	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de bloqueo • Tipos de dispositivos. • Puntos de bloqueo • ¿Qué pasa sí? • Bloqueo en conjunto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Proyector • Formulario de asistencia • Pizarra • Marcadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de Manufactura • Jefatura de producción • Supervisores de planta. • Operarios de extrusión • Operarios de Mantenimiento 	90	Cantidad de trabajadores que asistieron —————x100 Cantidad total de trabajadores

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		98 de 129

Tema	Objetivo	Responsable capacitación	Contenidos	Materiales	Personas que serán capacitadas	Duración (min)	Indicador
Seguridad basada en el comportamiento	Brindar al personal una formación para modificar los comportamientos con respecto a los peligros	Departamento de HSE	<ul style="list-style-type: none"> Reportes de condiciones y actos. Recompensas Rutinas de trabajo. Manejo del estrés 	<ul style="list-style-type: none"> Computadora Proyector Formulario de asistencia Pizarra Marcadores 	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de Manufactura Jefatura de producción Supervisores de planta. Operarios de extrusión Operarios de Mantenimiento Operarios de Calidad 	60	Cantidad de trabajadores que asistieron —————x100 Cantidad total de trabajadores
Seguridad, Orden y Limpieza		Departamento de HSE	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento ¿Por qué mantener un máquina limpia y ordenada? Ejemplos prácticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Computadora Proyector Formulario de asistencia Pizarra Marcadores 	<ul style="list-style-type: none"> Jefatura de producción Supervisores de planta. Operarios de extrusión Operarios de Mantenimiento 	60	Cantidad de trabajadores que asistieron —————x100 Cantidad total de trabajadores

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		99 de 129


G. CUMPLIMIENTO LEGAL

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		100 de 129


En el cuadro 12 se detallan los requisitos legales para el programa de seguridad en máquinas.

Cuadro 12. Requisitos legales


Requisito legal	Contenido
Leyes obligatorio	
Ley general de salud n° 5395	Artículo 18. Es obligación de toda persona evitar, diligentemente, los accidentes personales y los de las personas a su cargo, debiendo, para tales efectos, cumplir las disposiciones de seguridad, especiales o generales, que dicten las autoridades competentes y ceñirse a las indicaciones contenidas en los rótulos o a las instrucciones que acompañen al agente riesgoso, o peligroso, sobre su preservación, uso, almacenamiento y contraindicaciones
Código de trabajo	Artículo 69. e. Proporcionar local seguro para la guarda de los instrumentos y útiles del trabajador, cuando éstos necesariamente deban permanecer en el lugar donde se presten los servicios. En tal caso, el registro de herramientas deberá hacerse siempre que el trabajador lo solicite.
Decretos obligatorios	
Reglamento general de seguridad e higiene de trabajo	Artículo 3. Todo patrono o su representante, intermediario o contratista, debe adoptar y poner en práctica en los centros de trabajo, por su exclusiva cuenta, medidas de seguridad e higiene adecuadas para proteger la vida, la salud, la integridad corporal y moral de los trabajadores, especialmente en lo relativo a: <ul style="list-style-type: none"> a) Edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales b) Operaciones y procesos de trabajos c) Suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal d) Colocación y mantenimiento de resguardos y protecciones de las máquinas y todo género de instalaciones. e) La reducción, por medio de medidas técnicas adecuadas, del impacto del ruido y de las vibraciones que puedan perjudicar a los trabajadores.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		101 de 129

Requisito legal	Contenido
Decretos obligatorios	
Decreto 12715-meic norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología	<p>3.1.3 Uso de colores Color Rojo (Excitante) Será el color básico para denotar peligro o para indicar alto inmediato. Simbolizará la prevención de incendios y por lo mismo servirá para identificar los equipos de prevención de estos. Cuando sea práctico se podrán utilizar materiales reflejantes de color rojo, en lugar de pintura, plásticos o vidrio, con el propósito de identificación. El color rojo se utilizará para indicar los siguientes elementos:</p> <p>d. Dispositivo de paro de emergencia. Botoneras e interruptores de emergencia en máquinas, equipos y herramientas.</p>
Voluntarios	
INTE 31-04-01 2016	Aplastamientos
INTE ISO 12100:2016	Evaluación de riesgo
INTE ISO 13849-1 2016	Principios de diseño
INTE ISO 13857 2016	Miembros superiores e inferiores.
INTE ISO 14120 2016	Resguardos
INTE ISO 14119 2016	Dispositivos de enclavamiento

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		102 de 129

H. EVALUACIÓN Y MEJORA


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		103 de 129

Este programa de evaluación y mejora define los requisitos mínimos para evaluar el grado de cumplimiento, en la gestión del programa de seguridad en máquinas el cual busca la mejora continua del desempeño y el cumplimiento de las responsabilidades que se establecieron, con el fin de gestionar cambios que permitan alcanzar los objetivos y metas propuestas.

Por otro lado, se aplicará el formato establecido en el apéndice 6 matriz de asignación de responsabilidades con la finalidad de definir la influencia que se tiene por parte de los involucrados.


Cuadro 15. Matriz de involucrados en la ejecución del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión

Involucrados	Actividad	Nivel de influencia	Nivel de interés	Estrategias
Jimmy Rojas Rodríguez (proyecto de graduación)	Elaboración de un programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión	Medio	Alto	Brindar una propuesta de un programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión
Gerencia de manufactura	Aprobación e implementación del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión.	Alto	Alto	Verificar el cumplimiento del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		104 de 129

Involucrados	Actividad	Nivel de influencia	Nivel de interés	Estrategias
Jefatura	Aprobación e implementación del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión	Alto	Alto	Ejecutar el programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión
Supervisores	Ejecución del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión	Medio	Medio	Ejecutar el programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión
Operarios	Ejecución del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión	Bajo	Medio	Ejecutar del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión
Seguridad Ocupacional	Aprobación e implementación del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión	Alto	Alto	Liderar, verificar y supervisar la ejecución del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión.

Como se menciona en el cuadro 15, Jimmy Rojas Rodríguez (estudiante) se encarga de la elaboración de un programa de Seguridad en las máquinas de producción de tuberías de extrusión, su estrategia será brindar una propuesta de un programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		105 de 129

Por su parte la gerencia de manufactura y jefatura se encargarán de aprobar, implementar y verificar el cumplimiento del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión, además de apoyar el programa, mediante la asignación de recursos económicos y humanos para la implementación de las mejoras propuestas.


Los supervisores y operarios se encargarán de la respectiva ejecución del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión.

El departamento de Salud Ocupacional se encargará de liderar, verificar y supervisar el cumplimiento del programa de seguridad en máquinas en las líneas de extrusión.


El departamento de HSE revisará los registros derivados de la verificación del cumplimiento, y por medio de los indicadores planteados determinará el desempeño del programa. También contará con el monitoreo para el cumplimiento de las metas (Ver cuadro 14)

Cuadro 14. Monitoreo para el cumplimiento de las metas.


Meta	Indicador	Fuente de información
Cumplir a diciembre del 2021 con el 100% de la implementación del estándar de seguridad en máquinas requerido por la organización.	Cantidad de controles implementados con éxito $\frac{\text{Cantidad de controles implementados con éxito}}{\text{Cantidad de controles en máquinas}} \times 100$	Listas de verificación en el cumplimiento y verificación de máquinas.
Disminuir en al menos 95% la exposición a peligros mecánicos identificados.	Cantidad de controles implementados $\frac{\text{Cantidad de controles implementados}}{\text{Total de peligros mecánicos}} \times 100$	Auditorías de seguimiento en semanalmente

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		106 de 129

Meta	Indicador	Fuente de información
Capacitar, durante el 2021, al 100% de los operarios expuestos a los riesgos en las líneas de extrusión y a los encargados de los respectivos departamentos, sobre las medidas establecidas para la prevención y protección ante la exposición a riesgos en el área de extrusión y seguridad en máquinas.	<p>Cantidad de trabajadores capacitados _____x100</p> <p>Total de trabajadores expuestos.</p>	Registro de asistencia a las capacitaciones
Poner en práctica el 100% de los procedimientos diseñados para la atención de las condiciones de riesgos los mecánicos detectados.	<p>Cantidad de controles implementados con éxito _____x100</p> <p>Cantidad de controles en máquinas</p>	Conocimiento del personal en los procedimientos

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		107 de 129

I. CONTROL DE CAMBIOS

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		108 de 129

1. Descripción del Proceso


A continuación, se establecen los puntos requeridos en un buen desempeño:

1.1 Cumplimiento


- ✓ Implementar prácticas y controles de administración en conformidad con los requisitos más estrictos de la compañía o requisitos legales aplicables relacionados con la gestión de cambios en proyectos de ingeniería.
- ✓ Establecer y mantener los procesos para identificar, acceder y verificar periódicamente el cumplimiento con las versiones vigentes de dichos requisitos legales aplicables. Estos procesos pueden ser específicos para gestionar los cambios en proyectos de ingeniería o una parte de un proceso de cumplimiento más amplio.

1.2 Requisitos para la fase de diseño y planeamiento

- ✓ Es requisito considerar en esta etapa la integración de los requisitos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente por parte del responsable técnico de la gestión según procesa, para lo cual se deberá considerar:
 - Permisos y notificación a las autoridades reguladoras del país según sea necesario.
 - Requisitos de Seguridad y Salud Ocupacional (Ej. Dispositivos de seguridad de la máquina, nivel de ruido, aspectos ergonómicos, prevención contra incendios).
 - Requisitos Ambientales (Ej. Emisiones, uso de fuentes naturales).

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		109 de 129

- Requisitos de Seguridad Patrimonial (Ej. Control de acceso, características de protección).
- Requisitos de Calidad (Ej. Diseño Sanitario).
- ✓ Hay que asegurar que los contratistas estén conscientes de los requisitos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente aplicables a cada proyecto.
- ✓ Hay que asegurar que solamente se adquiera la maquinaria/equipo que cumpla con regulaciones y normas aplicables.
- ✓ Todos estos requisitos serán definidos en un formulario remitido a los responsables técnicos de cada gestión según sea el caso, para ser revisado y aprobado antes de iniciar el proyecto.
- ✓ En el caso de proyectos para modificaciones o mejoras a proceso con un costo inferior al establecido por la subsidiaria, solo es necesario llenar dicho formulario.
- ✓ En el caso de proyectos de ingeniería incluidos en el presupuesto de capital, modificaciones o mejoras a máquinas/equipos o instalaciones con un costo mayor al establecido por la subsidiaria, el formulario deberá incluir además los siguientes documentos anexos:
 - Diseño conceptual.
 - Licitación,
 - Planos.
 - Especificaciones técnicas.
 - Plan de gestión ambiental (salud ocupacional, emergencias y manejo integral de residuos).
 - Revisión de maquinaria/equipo nuevo o modificado.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		110 de 129

1.3 Requisitos para la fase de puesta en marcha (instalación/construcción)

- ✓ Asegurar que el trabajo realizado por los contratistas esté conducido de una manera segura y responsable, coordinada con el resto de las actividades de la subsidiaria para evitar poner en peligro a las demás personas circundantes al proyecto.
- ✓ Asegurar que todos los permisos requeridos se implementen y que todas las pruebas y chequeos médicos requeridos sean realizados.


1.4 Requisitos para la fase de entrega del proyecto (a la empresa o al líder del proyecto)


- ✓ Una vez terminado el proyecto, el líder de proyecto informa a cada uno de los responsables técnicos de la gestión que aprobaron el formulario y demás colaboradores involucrados, con el fin de que cada una de las partes realice una inspección preliminar del proyecto y levante una lista de puntos pendientes, la cual debe de ser remitida al líder del proyecto.
- ✓ Cuando se completen todos los puntos pendientes de la lista mencionada anteriormente, se procederá con la habilitación de la máquina/equipo, edificio, instalación y/o proceso, remitiendo nuevamente a aprobación el formulario, los cuales serán remitidos al departamento de ingeniería para actualización de historial y archivo.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		111 de 129

1.5 Gestión de cambios de máquina/equipo, edificio, instalación y/o proceso existente

- ✓ Gestione y controle cualquier cambio que pueda afectar o tener impacto sobre la seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, los cuales deberán evaluarse mediante la metodología establecida por el área de responsabilidad técnica de la gestión de la organización (Ver figura 21).
- ✓ La organización considerará desde la etapa de diseño los requisitos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente asociados a nuevos procesos u operaciones, cambios en la organización, operaciones asistentes, productos, servicios o proveedores, los cuales consideren cambios, pero no limitado a: tecnología, equipos, instalaciones, entorno de trabajo, procedimientos, prácticas laborales, nuevas especificaciones o normas, materias primas, estructura organizacional, planilla, contratistas, dispositivos y equipos o controles de seguridad, entre otros.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		112 de 129

	ALIAXIS	FORMULARIO	
		FECHA	
		REVISIÓN	01
SOLICITUD DE CAMBIO DE PROCESO O INSTALACIONES			
Descripción General			
Nombre del Proyecto: _____			
Origen del Cambio			
Nuevo Producto o reformulaciones <input type="checkbox"/> Cambios en Equipos y Procesos <input type="checkbox"/> Cambios en Instalaciones <input type="checkbox"/> Organizacionales <input type="checkbox"/>			
Requisito Legal <input type="checkbox"/> Requisito del Cliente <input type="checkbox"/> Mejora Continua <input type="checkbox"/>			
Cambio: _____			
Fecha Solicitud: _____		Fecha Programada: _____	
Solicitante: _____		Duración Estimada: _____	
No. Orden de trabajo: _____		Planos involucrados: _____	
Servicios Afectados por Trabajos			
Requiere Paro de Producción <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Especifique: _____			
Maquinas, Áreas o Líneas afectadas _____			
Nombre de Contratistas _____			
Requiere entrenamiento: (HSE) <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Especifique: _____			
Cambio Puede Afectar la Seguridad Física de los Empleados de la Planta? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
En caso de "SI" detalle: _____			
Acciones a tomar _____			
Cambio Puede Afectar los Servicios de la Planta? (Marque Abajo la Casilla) <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
<input type="checkbox"/> Agua Potable <input type="checkbox"/> Agua Chiller <input type="checkbox"/> Agua Torre <input type="checkbox"/> Aire Comprimido <input type="checkbox"/> Potencia Eléctrica <input type="checkbox"/> Aire Acondicionado <input type="checkbox"/> PTAR			
<input type="checkbox"/> Drenaje Pluvial <input type="checkbox"/> Drenaje Aguas Industriales <input type="checkbox"/> Drenaje Aguas Negras <input type="checkbox"/> Tuberías de gas <input type="checkbox"/> Otros _____			
Explique en qué Consiste la afectación y porqué o qué es necesario hacer: _____			


Requerimientos HSE (Reservado para HSE)			
Permisos especiales que requiere el trabajo:			
<input type="checkbox"/> En altura <input type="checkbox"/> Espacio confinado <input type="checkbox"/> Trabajos en Caliente <input type="checkbox"/> LOTO <input type="checkbox"/> Resguardos y Sensores de máquinas			
Químicos <input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Especifique: _____			
Requisitos de EHS: _____			

Requerimientos de Ambiente (Reservado para Dep. Ambiente)			
Requisitos de Ambiente: (generación de residuos, contaminación del agua, aire, suelo, generación de ruido, olores, particulado, consumo de energía, agua u otros recursos, molestias a la comunidad, etc.)			


Requisitos Legales			
Requisitos Legales ligados al cambio: (es necesario obtener o modificar algún permiso, licencia o documento ante alguna autoridad local?)			

Otros Requerimientos: _____			
Aprobaciones de Inicio de Proyecto			
HSE	AMBIENTE	Calidad	Legal
Aprobaciones de Puesta en Marcha de Proyecto Terminado:			
HSE	AMBIENTE	Calidad	Legal

Figura 21. Formulario de control de cambios


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		113 de 129

J. EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		114 de 129


Cuadro 15. Propuesta el diseño de extrusora

Propuesta 1	Salud y seguridad	Ambientales	Estándares	Económicos	Culturales	Sociales
<p>Instalación de resguardos, sensores y procedimientos de control de energías peligrosas en extrusora</p>	<p>La implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos buscan que las actividades de trabajo que realiza el personal de extrusión se vean minimizado la exposición de peligro mecánico integrando resguardos, sensores y procedimientos.</p>	<p>Los impactos ambientales serían no significativos, principalmente con el consumo energético</p>	<p>De acuerdo con los estándares corporativo de seguridad en máquinas basados en INTE ISO 12100:2016, INTE ISO 13849 E INTE ISO 14120:2016.</p>	<p>¢760 980 por línea que se haría de forma escalonada con las de mayor riesgo</p>	<p>Con las medidas propuestas se en controles ingenieriles, administrativos y procedimientos, se fortalecería la cultura de cero daños. Sumado a un programa riguroso de capacitación en el personal.</p>	<p>Las alternativas se sustentan en el impacto que pueda tener la organización por el no cumplimiento en las metas, lo que podría generar despidos en el personal.</p>

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		115 de 129


Propuesta 2	Salud y seguridad	Ambientales	Estándares	Económicos	Culturales	Sociales
Instalación de resguardos, sensores y procedimientos de control de energías peligrosas en extrusora	La implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos buscan que las actividades de trabajo que realiza el personal de extrusión se vean minimizado la exposición de peligro mecánico integrando resguardos, sensores y procedimientos.	Los impactos ambientales serían no significativos, principalmente con el consumo energético	No cumple con los estándares corporativos basados en INTE ISO 12100:2016, INTE ISO 13849 E INTE ISO 14120:2016 por el tipo de material.	Ø645 700 por línea que se haría de forma escalonada con las de mayor riesgo.	Con las medidas propuestas se en controles ingenieriles, administrativos y procedimientos, se fortalecería la cultura de cero daños. Sumado a un programa riguroso de capacitación en el personal.	Las alternativas se sustentan en el impacto que pueda tener la organización por el no cumplimiento en las metas, lo que podría generar despidos en el personal.

Propuesta seleccionada: La propuesta 1 se canaliza como la mejor opción ya que integra tres elementos (resguardos, sensores y procedimientos) que son indispensables para el éxito del programa, es importante que la propuesta se debe de replicar en las seis líneas en estudio de conformidad con las normas y estándares en estudio.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		116 de 129

Cuadro 16. Propuesta el diseño de jaladora

Propuesta 1	Salud y seguridad	Ambientales	Estándares	Económicos	Culturales	Sociales
Instalación de resguardos, sensores y procedimientos de control de energías peligrosas en jaladora.	La implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos buscan que las actividades de trabajo que realiza el personal de extrusión se vean minimizado la exposición de peligro mecánico integrando resguardos, sensores y procedimientos.	Los impactos ambientales serían no significativos, principalmente con el consumo energético.	De acuerdo con los estándares corporativo de seguridad en máquinas basados en INTE ISO 12100:2016, INTE ISO 13849 E INTE ISO 14120:2016.	Ø814 075 por línea que se haría de forma escalonada con las de mayor riesgo.	Con las medidas propuestas se en controles ingenieriles, administrativos y procedimientos, se fortalecería la cultura de cero daños. Sumado a un programa riguroso de capacitación en el personal.	Las alternativas se sustentan en el impacto que pueda tener la organización por el no cumplimiento en las metas, lo que podría generar despidos en el personal.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		117 de 129

Propuesta 2	Salud y seguridad	Ambientales	Estándares	Económicos	Culturales	Sociales
Instalación de resguardos, sensores y procedimientos de control de energías peligrosas en jaladora	La implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos buscan que las actividades de trabajo que realiza el personal de extrusión se vean minimizado la exposición de peligro mecánico integrando resguardos, sensores y procedimientos.	Los impactos ambientales serían no significativos, principalmente con el consumo energético	No cumple con los estándares corporativos basados en INTE ISO 12100:2016, INTE ISO 13849 E INTE ISO 14120:2016.	¢732 667 por línea que se haría de forma escalonada con las de mayor riesgo.	Con las medidas propuestas se en controles ingenieriles, administrativos y procedimientos, se fortalecería la cultura de cero daños. Sumado a un programa riguroso de capacitación en el personal.	Las alternativas se sustentan en el impacto que pueda tener la organización por el no cumplimiento en las metas, lo que podría generar despidos en el personal.
Propuesta seleccionada: La propuesta 1 se canaliza como la mejor opción ya que integra tres elementos (resguardos, sensores y procedimientos) que son indispensables para el éxito del programa, es importante que la propuesta se debe de replicar en las seis líneas en estudio de conformidad con las normas y estándares en estudio.						


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		118 de 129

Cuadro 17. Propuesta el diseño de sierra

Propuesta1	Salud y seguridad	Ambientales	Estándares	Económicos	Culturales	Sociales
Instalación de resguardos, sensores y procedimientos de control de energías peligrosas en sierra.	La implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos buscan que las actividades de trabajo que realiza el personal de extrusión se vean minimizado la exposición de peligro mecánico integrando resguardos, sensores y procedimientos.	Los impactos ambientales serían no significativos, principalmente con el consumo energético	De acuerdo con los estándares corporativo de seguridad en máquinas basados en INTE ISO 12100:2016, INTE ISO 13849 E INTE ISO 14120:2016.	\$771 075 por línea que se haría de forma escalonada con las de mayor riesgo.	Con las medidas propuestas se en controles ingenieriles, administrativos y procedimientos, se fortalecería la cultura de cero daños. Sumado a un programa riguroso de capacitación en el personal.	Las alternativas se sustentan en el impacto que pueda tener la organización por el no cumplimiento en las metas, lo que podría generar despidos en el personal.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		119 de 129

Propuesta 2	Salud y seguridad	Ambientales	Estándares	Económicos	Culturales	Sociales
Instalación de resguardos, sensores y procedimientos de control de energías peligrosas en sierra.	La implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos buscan que las actividades de trabajo que realiza el personal de extrusión se vean minimizado la exposición de peligro mecánico integrando resguardos, sensores y procedimientos.	Los impactos ambientales serían no significativos, principalmente con el consumo energético	No cumple con los estándares corporativos basados en INTE ISO 12100:2016, INTE ISO 13849 E INTE ISO 14120:2016.	\$693 968 por línea que se haría de forma escalonada con las de mayor riesgo.	Con las medidas propuestas se en controles ingenieriles, administrativos y procedimientos, se fortalecería la cultura de cero daños. Sumado a un programa riguroso de capacitación en el personal.	Las alternativas se sustentan en el impacto que pueda tener la organización por el no cumplimiento en las metas, lo que podría generar despidos en el personal.
Propuesta seleccionada: La propuesta 1 se canaliza como la mejor opción ya que integra tres elementos (resguardos, sensores y procedimientos) que son indispensables para el éxito del programa, es importante que la propuesta se debe de replicar en las seis líneas en estudio de conformidad con las normas y estándares en estudio.						

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		120 de 129


Cuadro 18. Propuesta el diseño de campaneadora.

Propuesta 1	Salud y seguridad	Ambientales	Estándares	Económicos	Culturales	Sociales
Instalación de resguardos, sensores y procedimiento de control de energías peligros en campaneadora .	La implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos buscan que las actividades de trabajo que realiza el personal de extrusión se vean minimizado la exposición de peligro mecánico integrando resguardos, sensores y procedimientos.	Los impactos ambientales serian no significativos, principalmente con el consumo energético	De acuerdo con los estándares corporativo de seguridad en máquinas basados en INTE ISO 12100:2016, INTE ISO 13849 E INTE ISO 14120:2016.	ø2 251 400 por línea que se haría de forma escalonada con las de mayor riesgo.	Con las medidas propuestas se en controles ingenieriles, administrativos y procedimientos, se fortalecería la cultura de cero daños. Sumado a un programa riguroso de capacitación en el personal.	Las alternativas se sustentan en el impacto que pueda tener la organización por el no cumplimiento en las metas, lo que podría generar despidos en el personal.


	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		121 de 129

Propuesta 2	Salud y seguridad	Ambientales	Estándares	Económicos	Culturales	Sociales
Instalación de resguardos, sensores y procedimiento de control de energías peligros en campaneadora .	La implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos buscan que las actividades de trabajo que realiza el personal de extrusión se vean minimizado la exposición de peligro mecánico integrando resguardos, sensores y procedimientos.	Los impactos ambientales serian no significativos, principalmente con el consumo energético	No cumple con los estándares corporativos basados en INTE ISO 12100:2016, INTE ISO 13849 E INTE ISO 14120:2016.	ø1 913 690 por línea que se haría de forma escalonada con las de mayor riesgo.	Con las medidas propuestas se en controles ingenieriles, administrativos y procedimientos, se fortalecería la cultura de cero daños. Sumado a un programa riguroso de capacitación en el personal.	Las alternativas se sustentan en el impacto que pueda tener la organización por el no cumplimiento en las metas, lo que podría generar despidos en el personal.

Propuesta seleccionada: La propuesta 1 se canaliza como la mejor opción ya que integra tres elementos (resguardos, sensores y procedimientos) que son indispensables para el éxito del programa, es importante que la propuesta se debe de replicar en las seis líneas en estudio de conformidad con las normas y estándares en estudio.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		122 de 129


K. COSTOS, RECURSOS Y CRONOGRAMA

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		123 de 129


Los recursos y los costos del programa fueron planteados a partir, de las propuestas seleccionadas en la evaluación.

Cuadro 19. Presupuesto del programa de seguridad en máquinas en extrusión


Línea	Recurso	Maquina	Proveedor	Costo ¢
E-1	Materiales	Extrusora	Aceros Monge	274 980
	Sensores		Elevaron	486 000
	Mano de obra		Interno	200 000
	Materiales	Jaladora	Aceros Monge	328 075
	Sensores		Elevaron	486 000
	Mano de obra		Interno	200 000
	Materiales	Sierra	Aceros Monge	285 075
	Sensores		Elevaron	486 000
	Mano de obra		Interno	200 000
	Materiales	Campaneadora	Aceros Monge	907 400
	Sensores		Elevaron	1 344 00
	Mano de obra		Interno	300 000
Total, por línea				5 497 530
E-2, E-10, E-10, E-24, E-28	Total, en seis líneas más una extrusora de E-23			¢28 248 630

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		124 de 129


L. CRONOGRAMA DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		126 de 129


M. CONCLUSIONES

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		127 de 129

- ✓ El programa de seguridad en máquinas, integra controles ingenieriles y administrativos que contribuyen en alcanzar la meta para la implementación del estándar corporativo en máquinas.
- ✓ El liderazgo es fundamental para que el programa de seguridad en máquinas tenga el éxito esperado, por tanto, el compromiso y seguimiento que adquieran por los involucrados es clave.
- ✓ Con las mejoras planteadas se espera disminuir de forma significativa los peligros mecánicos identificados en las líneas de extrusión, ya que se disminuye la exposición al peligro en dichas líneas.
- ✓ La capacitación es clave en el programa de seguridad en máquinas, ya que permite poder generar una base de conocimientos en el personal para la identificación de peligros, evaluación de riesgo y la aplicación de procedimientos.
- ✓ La inversión de los controles propuestos en el programa asciende a un valor de ¢ 28 248 630.
- ✓ La participación de todos los involucrados es fundamental para lograr el éxito del programa desde la gerencia hasta los operadores.

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		128 de 129

N. RECOMENDACIONES

	Programa de seguridad en máquinas para los riesgos mecánicos presentes en la elaboración de tuberías de PVC en el área de extrusión.	Versión 1.0
		129 de 129

- ✓ Promover la evaluación y seguimiento del programa de seguridad en máquinas mensualmente, para visualizar las oportunidades de mejora.
- ✓ Fomentar la participación de los líderes de la organización en todos los procesos preventivos, pues solo con un compromiso que va más allá del papel, se logrará tener éxito.
- ✓ Al departamento de HSE se le debe dar una mayor participación en la toma de decisiones para fortalecer la implementación del programa.
- ✓ La participación de los trabajadores en todos los niveles debe estar basado en la comunicación, formación e implementación para atender las condiciones de riesgo detectadas.
- ✓ Solicitar el presupuesto de inversión a la casa matriz para la ejecución del proyecto de seguridad en máquinas de acuerdo a procedimiento administrativo establecido en la figura de CAPEX (*capital expenditure*).
- ✓ Es importante tomar en cuenta que las propuestas son integrales y deben de ser ejecutadas de forma conjunta para poder tener el éxito en el programa planteado.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Automation RockWell. (2016). Medidas de Protección y Equipos Complementarios.<http://www.ab.com/es/epub/catalogs/3377539/5866177/3378076/7131359/print.html>
- Castillo, I. y Cadena, J. (2012) Elaboración de procedimientos de trabajo seguro (PTS) para el proceso de mantenimiento eléctrico de la universidad ICESI. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/72758/1/elaboracion_procedimientos_trabajo.pdf
- Consejo de salud ocupacional (2017) *Estadísticas de salud ocupacional*. https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/consultas/Estadisticas%20Salud%20Ocupacional%202017.pdf
- Cortés, D. J. M. (2011). Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo (9a. ed.). Madrid, ES: Editorial Tébar Flores. Recuperado el 9 de mayo de <http://ezproxy.itcr.ac.cr:3185>
- Durman (2017) *Alcance del sistema de gestión*. <https://www.durman.com/quienes/costarica.pdf>
- Durman (2017) *Quiénes somos*. <https://www.durman.com/quienes.html#historia>
- Enciclopedia de la OIT. (2012). Capítulo 18 Educación y formación. En: España: D - INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). Recuperado el 29 de abril de <http://ezproxy.itcr.ac.cr:3185>
- Granda, E. J. (27 de Octubre de 2015). Guardas de Seguridad en Máquinas: <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=2807>
- Grupo FASTMED. (2014). Programa de Seguridad y Salud. <https://www.fastmed.com.ve/programa-de-seguridad-y-salud/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL Interamericana.

Hernández Fernández, H., Valdés Marín, M., & Ulloa Santiler, N. M. (2015). Elementos teóricos que contribuyen a la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales y peligros. *Infociencia*, 19(1), 1-12

Google Maps (2020) *Durman Esquivel*.

<https://www.google.com/maps/place/Durman+Esquivel/@9.9935201,-84.264542,14.1z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xe790e7f98f8526c4!8m2!3d9.989878!4d-84.2609739>

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE/ISO 12100:2016. Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación y reducción del riesgo. INTECO.

INTECO. (2016). INTE 31-09-09:2016. Salud y seguridad en el trabajo. Requisitos para la elaboración de programas de salud y seguridad en el trabajo. Costa Rica. INTECO.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE/ISO 13849-1:2016. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de control relacionados con la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. INTECO.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE/ISO 13849-1:2016. Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles. INTECO.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE/ISO 14119:2016. Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociado a resguardo. Principios de diseño y la selección. INTECO.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2016). INTE/ISO 13857:2016. Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores en inferiores. INTECO.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2019). INTE T46:2019. Control de las energías peligrosas. INTECO.

- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2018). INTE/ISO 14122-1:2018. Seguridad de la máquina. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 1: Selección de medios de accesos fijos y requisitos generales de acceso. INTECO.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2018). INTE/ISO 14122-2:2018. Seguridad de la máquina. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 2: Plataforma de trabajo y pasarelas. INTECO.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2018). INTE/ISO 14122-3:2018. Seguridad de la máquina. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 3: Gradas, escaleras de escalones y barandas. INTECO.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2018). INTE/ISO 14122-4:2018. Seguridad de la máquina. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 4: Escaleras Fijas. INTECO.
- Quiróz, M., Malagón, M., Ramos, N., Rodríguez, A. y Celemín, Y. (2018) *Experiencias de innovación educativa: Tomo 2*.
<https://books.google.co.cr/books?id=N8ybDwAAQBAJ&pg=PA124&dq=>
- Rodellar, A. (1998) *Seguridad e higiene en el trabajo*. Recuperado de
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Zs4cO_QLpZ4C&oi=fnd&pg=PA7&dq=

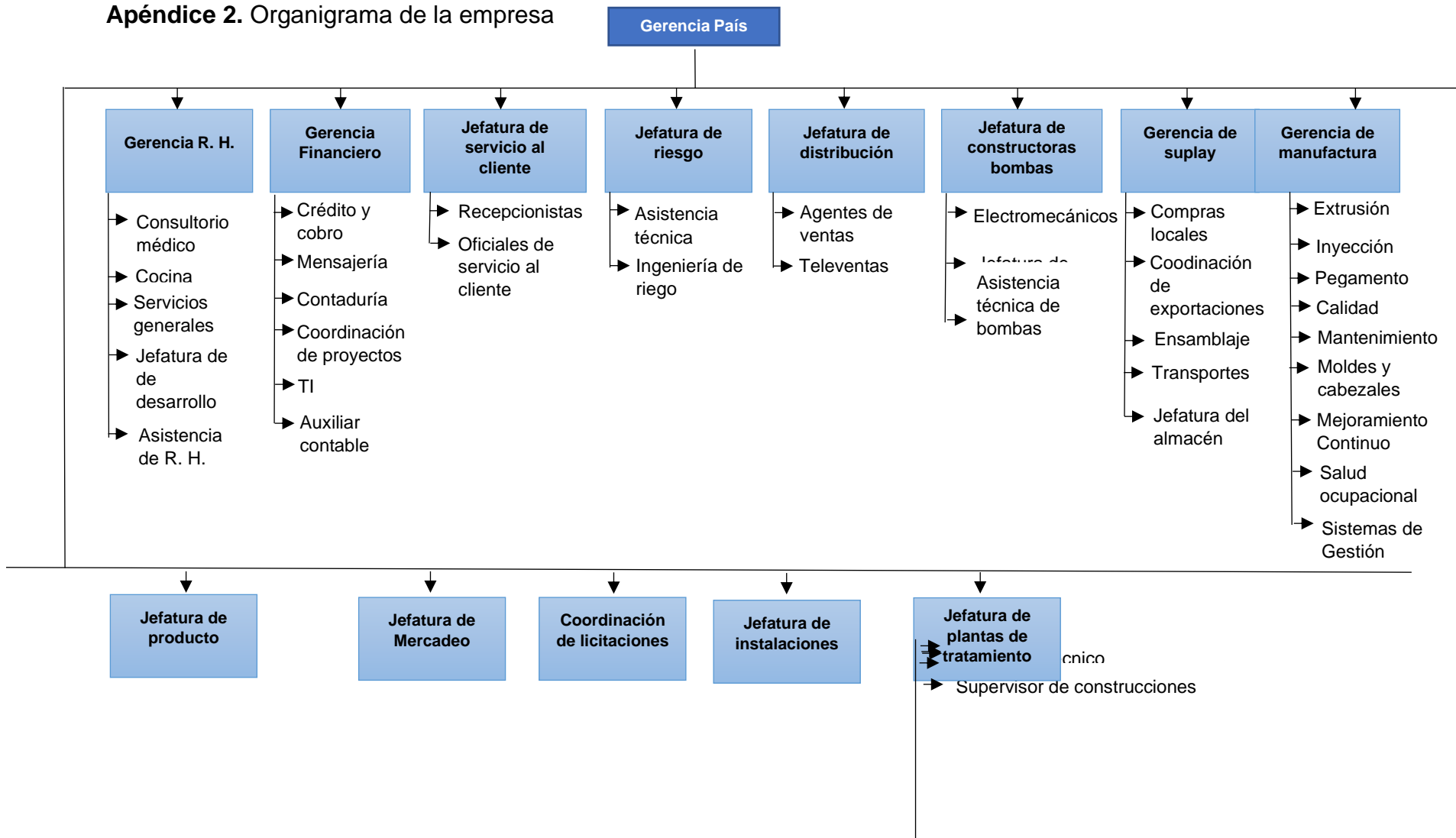
VII. APÉNDICE

Apéndice 1. Reseña histórica de Durman by Aliaxis a nivel internacional

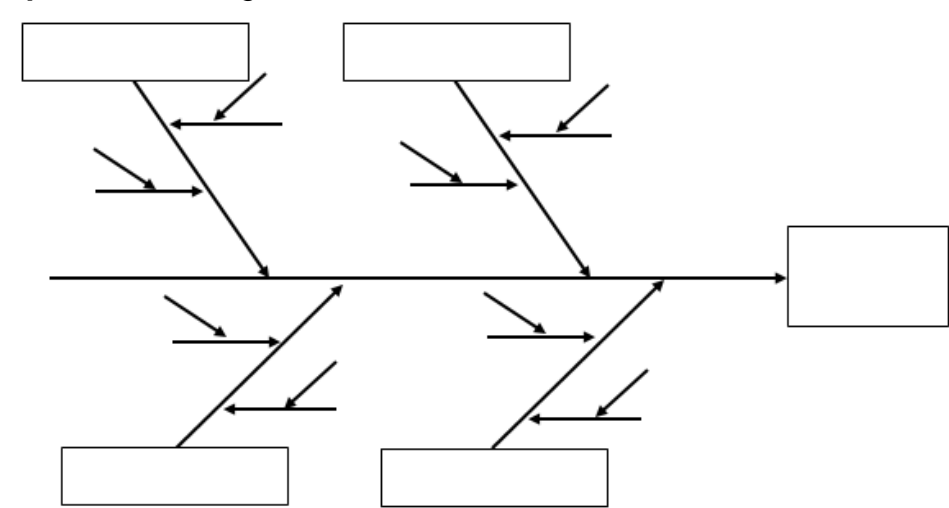
Año	Reseña
1977	Durman Panamá surge cuando el grupo Durman Costa Rica realiza la primera incursión en el extranjero con la apertura de la fábrica de tuberías en David, Panamá
1987	Durman El Salvador empieza sus actividades con la apertura de la primera bodega de distribución
1988	Durman adquiere la empresa Tubofort y se constituye Durman Guatemala.
1989	Durman Nicaragua empieza sus actividades con la creación de la primera bodega de distribución
1996	Durman Honduras abre bodega de distribución
2007	Surge Aliaxis Latinoamérica con Durman. Durman mantenía el 49% de las acciones y Aliaxis con el 51%
2009	Aliaxis adquiere el 49% de las acciones restantes del Grupo Durman

Fuente: Durman by Aliaxis, 202

Apéndice 2. Organigrama de la empresa



Apéndice 3. Diagrama Ishikawa



Apéndice 4. Matriz de involucrados

MATRIZ DE INVOLUCRADOS				
Grupos de involucrados	Intereses	Problemas percibidos	Conflictos	Estrategias

Apéndice 5. Propuesta de diseño de seguridad en máquinas de acuerdo con las normas INTE/ISO 13849:2016

Evaluación de performance de dispositivos de seguridad según ISO 13849-1							
Elaborado por				Oscar Recinos			
Maquina	Elemento	Dispositivo	Peligro	Severidad	Frecuencia	Evitar el peligro	Performance Level (PL)
				S2	F2	P1	D(4)
				S2	F2	P2	E(5)
				S2	F1	P1	A(1)

Determinar el PL requerido (con esquema de riesgos)

La validación del riesgo se efectúa a partir de parámetros idénticos:

Parámetros de riesgo

S = Importancia de lesiones

- S1 = lesión de menor importancia (por regla general, reversible)
- S2 = lesión grave (irreversible) y hasta la muerte

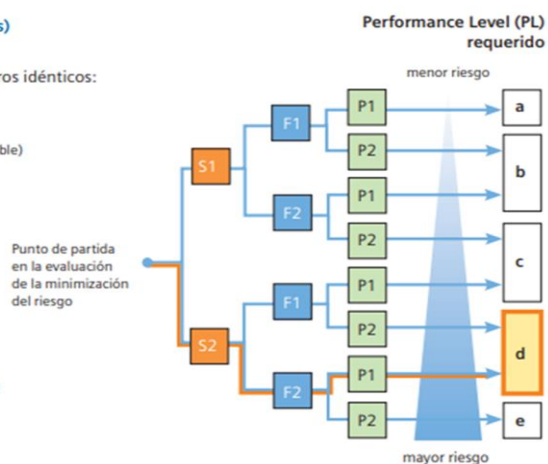
F = Frecuencia y/o tiempo de exposición al peligro

- F1 = muy poca o poca frecuencia y/o corta exposición
- F2 = mayor frecuencia hasta permanente y/o larga exposición

P = Posibilidad de evitar el peligro o minimización de daños

- P1 = posible en ciertas condiciones
- P2 = apenas posible

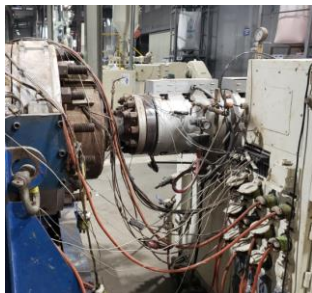

a, b, c, d, e = objetivos de seguridad a nivel de rendimiento P2

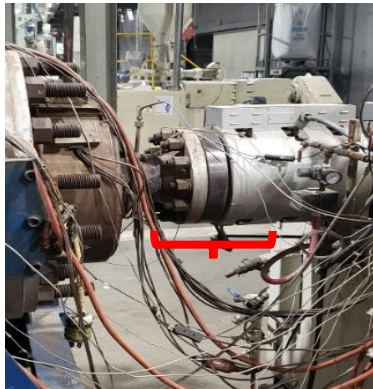



Apéndice 6. Matriz de asignación de responsabilidades


Evaluador:	Responsable		Si	No	Fecha	Observaciones
Se aprobó el presupuesto definido						
Se realizaron los controles ingenieriles propuestos						
Realizaron la evaluación y control del programa						
Se establecen oportunidades de mejoras para el programa						

Apéndice 7. Línea E-1 Extrusora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía Cinética/ Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	2	2	1	32	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseñar un resguardo y aplicar controles ingenieriles para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes agudas/enganche						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	5	0.5	1	20	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseñar un resguardo y aplicar controles ingenieriles para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objeto/Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
15	2	10	1	300	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía acumulada y alta presión/ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Aplicar controles ingenieriles y administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			


Apéndice 8. Línea E-1 Jaladora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO JALADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración y elementos móviles /Arrastre o atrapamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	2	1	64	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de cobertor y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 9. Línea E-1 Sierra

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración/Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	4	1	160	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración y elementos rotativos/Corte o seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 9. Línea E-1 Sierra

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes cortantes/Corte o seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	10	1	320	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 10. Línea E-1 Campaneadora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración/Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración/Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	6	2	384	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			



Apéndice 10. Línea E-1 Campaneadora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aproximación de un elemento móvil a una parte fija/Ser atropellado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objetos/Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	6	1	240	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			



Apéndice 10. Línea E-1 Campaneadora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Movimiento de la máquina/Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 11. Línea E-2 Extrusora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía cinética/Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	2	2	1	32	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes agudas/Enganche						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	5	0.5	1	20	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

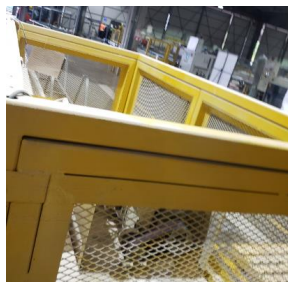
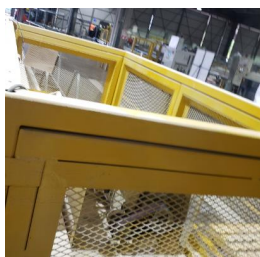
Apéndice 11. Línea E-2 Extrusora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objetos/Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
15	2	10	1	300	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía acumulada y alta presión/Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño y resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			


Apéndice 12. Línea E-2 Jaladora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO JALADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración y elementos móviles/Arrastre o atrapamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	2	1	64	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			



Apéndice 13. Línea E-2 Sierra

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	4	1	160	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración y elementos rotativos /Corte o seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 13. Línea E-2 Sierra

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes cortantes /Corte o Seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	10	1	320	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 14. Línea E-10 Extrusora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía cinética /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	2	2	1	32	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes agudas /Enganche						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	5	0.5	1	20	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 14. Línea E-10 Extrusora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objetos /Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
15	2	10	1	300	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía acumulada y alta presión /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 15. Línea E-10 Jaladora


IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO JALADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración y movimientos móviles /Arrastre o atrapamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	2	1	64	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 16. Línea E-10 Sierra


IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración y desaceleración/Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	4	1	160	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			


IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración y elementos rotativos/Corte o seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 16. Línea E-10 Sierra



IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes cortantes/Corte o seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	10	1	320	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 17. Línea E-23 Extrusora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía cinética/Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	2	2	1	32	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes agudas/Enganche						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	5	0.5	1	20	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			


Apéndice 17. Línea E-23 Extrusora


IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objetos/Atrapamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
15	2	10	1	300	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACION DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía acumulada y alta presión/Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 18. Línea E-23 Peletizadora


IDENTIFICACION DEL PELIGRO PELITIZADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración/Resbalón, tropezón o caída						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	3	2	1	48	PLa	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			


Apéndice 19. Línea E-24 Extrusora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía cinética/Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	2	2	1	32	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			


IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes agudas/Enganche						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	5	0.5	1	20	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 19. Línea E-24 Extrusora


IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objetos/Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
15	2	10	1	300	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

IDENTIFICACION DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía acumulada y alta presión /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 20. Línea E-24 Jaladora


IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO JALADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración y elementos móviles/Arrastre o atrapamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	2	1	64	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 21. Línea E-24 Sierra

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	4	1	160	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración y partes rotativas /Corte o seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			



Apéndice 21. Línea E-24 Sierra

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes cortantes /Corte o seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	10	1	320	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 22. Línea E-24 Campaneadora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración /Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	6	2	384	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 22. Línea E-24 Campaneadora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aproximación de un elemento móvil a una parte fija /Ser atropellado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objetos /Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	6	1	240	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			



Apéndice 22. Línea E-24 Campaneadora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aproximación de un elemento móvil a una parte fija /Ser atropellado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objetos /Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	6	1	240	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			



Apéndice 22. Línea E-24 Campaneadora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Movilidad de la máquina /Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 23. Línea E-28 Extrusora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía cinética /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	2	2	1	32	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes agudas /Enganche						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Bajo pero significativo
8	5	0.5	1	20	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

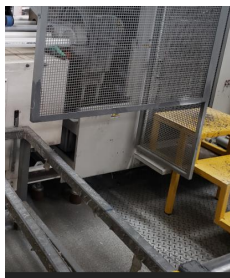
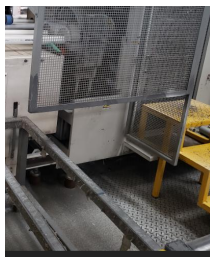
Apéndice 23. Línea E-28 Extrusora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objetos /Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
15	2	10	1	300	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO EXTRUSORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Energía acumulada y alta presión /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			


Apéndice 24. Línea E-28 Jaladora

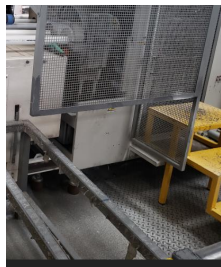
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO JALADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Elementos móviles /Arrastre o atrapamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	2	1	64	PLb	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 25. Línea E-28 Campaneadora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración /Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	6	2	384	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 25. Línea E-28 Campaneadora

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aproximación de un elemento móvil a una parte fija /Ser atropellado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Caída de objetos /Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	6	1	240	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 25. Línea E-28 Campaneadora


IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO CAMPANEADORA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Movilidad de la máquina /Aplastamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 26. Línea E-28 Sierra

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración /Ser proyectado						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	4	1	160	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Aceleración, desaceleración y elementos rotativos /Corte o seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	5	10	1	400	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

Apéndice 26. Línea E-28 Sierra

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO SIERRA						
Naturaleza del peligro						
Mecánico/Partes cortantes /Corte o seccionamiento						
Evidencia						
						
Estimación del riesgo						
DPH	LO	FE	NP	HNR	Grado Riesgo	Alto
8	4	10	1	320	PLd	
Medida de control de riesgo recomendada			Diseño de resguardo y aplicar controles administrativos para la operación y mantenimiento			
Referencia			ISO 14121-1 y la ISO 13849			

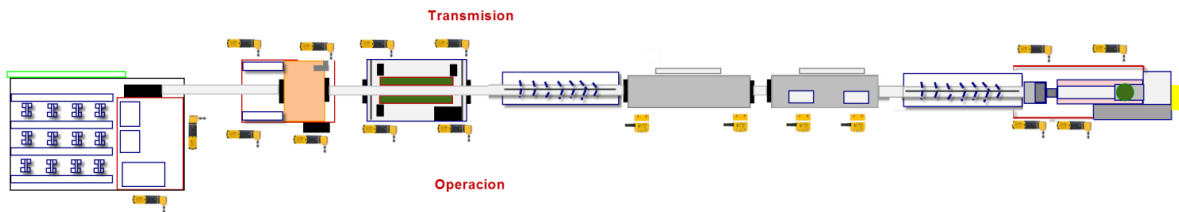
VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación Durman by Aliaxis



Fuente: Google maps

Anexo 2. Diagrama línea de extrusora



Fuente: Durman by Aliaxis, 2020

Anexo 3. Matriz de identificación de peligros

Tipo o grupo de peligro	Origen	Consecuencias potenciales	Comentarios
Peligros Mecánicos	Aceleración, desaceleración	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Energía cinética	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Partes agudas	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Aproximación de un elemento móvil a una parte fija	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Partes cortantes	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	

	Elementos elásticos	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Caída de objetos	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Severidad	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Energía acumulada	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Altura desde el suelo	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	

	Alta presión	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Movilidad de la máquina	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Elementos móviles	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Elementos rotativos	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Superficie rugosa, deslizante	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	

	Aristas vivas	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Inestabilidad	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Vacío	Ser atropellado	
		Ser proyectado	
		Aplastamiento	
		Corte o seccionamiento	
		Arrastre o atrapamiento	
		Enganche	
		Fricción o abrasión	
		Impacto	
		Inyección	
		Cizallamiento	
		Resbalón, tropezón, caída	
		Pinchazo, perforación	
		Asfixia	
	Otro	Otro	

Fuente: Durman by Aliaxis, 2020

Anexo 4. Lista de verificación para la identificación de peligros

		Instrucciones
		<p>Seleccione el valor posicionando el cursor sobre el filtro y escogiendo una alternativa.</p> <p>Identifique los criterios de valoración para estimar el grado o nivel de riesgo.</p> <p>El cálculo se realiza con el método William T. Fine, basados en una adaptación para Aliaxis Latinoamérica.</p>
Consecuencia (¿Qué tan malo?)	D	Significado
Fatal	10	<p>Múltiple mortalidad o lesiones con incapacidad total permanente.</p> <p>Pérdida de permisos de funcionamiento.</p> <p>Cubierto por la prensa nacional.</p> <p>Daño irreversible al ecosistema.</p> <p>Incapacidad de suministrar al mercado por más de una semana.</p>
Mayor	6	<p>Lesiones extremadamente graves con incapacidad temporal.</p> <p>Posible enfermedad ocupacional.</p> <p>Menor violación de los permisos de funcionamiento.</p> <p>Incapacidad de suministrar al mercado por más de dos días</p>
Serio	3	<p>Lesiones con incapacidad temporal.</p> <p>Posibles impactos menores al medio ambiente.</p> <p>Interrupción corta de un turno.</p>
Menor	1	<p>Lesiones leves o menores de primeros auxilios.</p> <p>Ningún impacto al medio ambiente.</p> <p>Interrupción por menos de un turno</p>
Frecuencia de exposición (¿Qué tan frecuente?)		Significado
Frecuente	4	La exposición es continua, muchas veces al día
Ocasional	2	La exposición es diaria, de forma intermitente o seccionada
Remota	1	La exposición es semanal o menor
Probabilidad (¿Qué tan probable?)		Significado
Certera	6	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgos tiene lugar.
Probable	4	<p>Completamente posible, nada extraño.</p> <p>Se han dado accidentes en los últimos 12 meses debido a riesgos similares.</p> <p>No se cuenta con protección que impidan la incurrancia en el riesgo.</p> <p>Se carece de procedimientos o normas de trabajo seguro</p>
Posible	2	No ha ocurrido un accidente por más de un año de exposición al riesgo, pero existen algunas protecciones que impiden la ocurrencia del riesgo.
Improbable	1	Poco probable, debido a que se han acatado todas las medidas para evitar la incurrancia del riesgo.

Fuente: Durman by Aliaxis, 2020

Anexo 5. Clasificación del riesgo.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE SIGNIFICANCIA	Identifica el Grado del Riesgo de este equipo / máquina / línea de trabajo y su nivel de significancia. En este numeral no se incluye ningún dato ya que el cálculo es automático. La clasificación se realiza a través de Método Panorama de Factores de Riesgo, basados en una adaptación para DURMAN.
GRADO DE RIESGO	Es el resultado operacional de las ecuaciones de los numerales 7 al 9.
RIESGO INACEPTABLE	Riesgo que requiere para inmediato de labores o actividades y la asignación inmediata de recursos.
RIESGO EXTREMO	Riesgo que ha alcanzado el umbral de consecuencia, las cuales pueden trascender los límites del área evaluada. En presencia de un riesgo así no debe realizarse ningún trabajo a menos que se implementen estándares de seguridad que mantengan el riesgo bajo control antes de iniciar cualquier tarea. Si la tarea o la labor ya se ha iniciado el control o reducción del riesgo debe realizarse en un corto plazo.
RIESGO MUY GRAVE	Riesgo sobre el cual deben establecerse planes de acción a mediano plazo pudiendo manifestarse en lesiones incapacitantes al trabajador y/o situaciones de emergencia que impacten al medio ambiente o la continuidad del negocio de manera irreversible.
RIESGO GRAVE	Riesgo que ha sobrepasado la aceptabilidad de la organización y se vuelve SIGNIFICATIVO, pudiendo manifestarse en lesiones incapacitantes al trabajador y/o situaciones de emergencia que impacten al medio ambiente o la continuidad del negocio de manera reversible.
RIESGO ACEPTABLE	Riesgo que se ha reducido a un nivel que puede ser controlado por la organización teniendo en consideración sus obligaciones legales y sus propia política de salud y seguridad ocupacional*. Este riesgo se encuentra dentro de los márgenes normales de operación y requiere de controles de monitoreo y disciplina.
SIGNIFICANCIA	Una vez definido el grado de riesgo y SI este alcanza el grado de RIESGO INACEPTABLE es catalogado como SIGNIFICATIVO, de lo contrario dirá NO.

Fuente: Durman by Aliaxis (2020)

Anexo 6. Lista de Verificación para la identificación de Peligros, basada en listado OIT

Elaborado por:

ITEM	PTS	SÍ	NO
Peligros Mecánicos			
1. Desniveles u objetos en el piso	3		
2. Trabajos desde escaleras, mezanines, scissors	5		
3. Caída de herramientas, materiales a distinto nivel	3		
4. Pisadas sobre objetos	3		
5. Atrapamiento por o entre objetos	4		
6. Atrapamiento por vuelco de máquinas y vehículos	4		
7. Choques contra objetos inmóviles	2		
8. Choques contra objetos móviles	3		
9. Partes de máquinas u objetos a nivel de cabeza	4		
10. Partes de máquinas expuestas	3		
11. Proyección de fragmentos o partículas	4		
12. Contacto con objetos cortantes	4		
13. Movimiento de montacargas	3		
14. Uso de Herramientas manuales	3		
15. Majonazos	3		
Peligros con Energías Peligrosas			
16. Electricidad	4		
17. Neumática	4		
Peligros Biomecánicos			
18. Movimientos repetitivos	3		
19. Sobrecarga postural	3		
20. Esfuerzo	4		
21. Manipulación manual de cargas pesadas	4		
Peligros Químicos			
22. Exposición a solventes	3		
23. Uso de dieléctrico	4		
Peligros Físicos			
24. Ruido	3		
25. Temperaturas extremas	2		
26. Iluminación	4		

Anexo 7. Matriz IPER (Identificación de peligros y valoración de riesgos)

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS							
#	1) REQUERIMIENTO	2) ÁREA / ZONA	3) DEPARTAMENTO / LUGAR	4) TAREA/PUESTO	5) CLASIFICACIÓN DE PELIGROS	6) TIPO DE PELIGRO ASOCIADO	7) DETALLE / DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE POTENCIA QUE PODRÍA PRESENTARSE
	1) PROCESO	2) ÁREA / ZONA	3) DEPARTAMENTO / LUGAR	4) TAREA/PUESTO	5) CLASIFICACIÓN DE PELIGROS	6) TIPO DE PELIGRO ASOCIADO	7) DETALLE / DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE POTENCIA QUE PODRÍA PRESENTARSE

ANÁLISIS Y VALORACIÓN INICIAL DE RIESGOS															GESTIÓN DEL RIESGO							
8) CONDICIÓN DE OPERACIÓN					9) ESTIMACIÓN DEL RIESGO			10) MARCO REGULATORIO-		11) EXPOSICIÓN DEL TRABAJADOR		12) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE SIGNIFICANCIA (Método Panorama Riesgos)						13) CONTROLES IMPLEMENTADOS	14) PLAN DE ACCIÓN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO	15) RESPONSABLE DE LA GESTIÓN	16) FECHA FINALIZACIÓN DE LA GESTIÓN	
NORMAL	ANORMAL	EMERGENCIA	LIMPIEZA	MANTENIMIENTO	CONSECUENCIA	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	CUMPLIMIENTO	INEXISTENTE	INCUMPLIMIENTO	# TRABAJADORES EXPUESTOS	MÁS DE 1 TRABAJADOR	PERSONAL INEXPERTO	HISTORIAL DE ACCIDENTES	GRADO RIESGO	INACEPTABLE	EXTREMO					MUY GRAVE
<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>

RE-VALORACIÓN DE RIESGOS																		
17) MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR								18) ANÁLISIS CUANTITATIVO DE SIGNIFICANCIA							19) ESTADO DE LA GESTIÓN	20) VERIFICACIÓN DE LA EFICACIA DE LA GESTIÓN	21) COMENTARIOS	
ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS	EQUIPO PROTECCIÓN PERSONA	CRITERIO DEL EXPERTO	TOTAL REDUCCIÓN	TOTAL REDUCCIÓN	GRADO RIESGO	INACEPTABLE	EXTREMO	MUY GRAVE	GRAVE	ACEPTABLE	SIGNIFICANCIA				
<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>

Fuente: Durman by Aliaxis (2020)

Anexo 8. Entrevista Semiestructurada sobre la protección a maquinaria y sus funciones.

Descripción	SI	NO	NA
Hay en la empresa procedimientos para la operación de maquinaria.			
Ha recibido capacitación sobre como operar la maquinaria.			
Sabe la forma correcta ubicarse cuando opera la máquina.			
Conoce también la ubicación correcta de los demás compañeros.			
Conoce los puntos de peligro de la máquina que opera.			
Cuenta la maquinaria con algún sistema de protección.			
Se utilizan las barreras de protección fijas como medio de protección.			
Conoce como funciona.			
El sistema de barrera de protección entre-fijas se utiliza.			
Conoce cómo opera.			
Operan las máquinas por medio de sistemas de controles de interrupción.			
El sistema denominado control de dos manos se emplea.			
Entiende su funcionamiento.			
Se utiliza el sistema de protección denominado detectores de proximidad.			
Conoce la forma de operación de este sistema.			
Maquinaria con partes energizadas peligrosas evaluadas para protección, considerando: 1) peligros de la máquina + su accesibilidad; 2) Intervenciones rutinarias y no rutinarias.			
Maquinaria provista de dispositivos de seguridad que eviten que las partes del cuerpo lleguen a partes energizadas peligrosas.			
Las protecciones fijas solo se pueden abrir o quitar con la herramienta.			
Los sistemas de control de seguridad permiten un acceso seguro y controlado a zonas de peligro. Los dispositivos de interbloqueo están "clasificados como de seguridad" para minimizar la probabilidad y las consecuencias de la falla (incluido el riesgo de que el personal no autorizado la desvíe).			
Cuando se activan los sistemas de control de seguridad, la maquinaria se reinicia solo después de la activación del "control de reinicio" fuera del área protegida.			
Cuando Aliaxis diseña maquinaria, la revisión del diseño de seguridad se lleva a cabo por una persona competente			
Intervenciones con máquinas realizadas según sistemas de trabajo seguros y documentados que identifican riesgos residuales + controles administrativos que deben aplicarse			
Maquinaria sujeta a inspección previa al uso durante cada turno de uso.			
Maquinaria con salvaguardas defectuosas revisada inmediatamente para acciones correctivas			
El personal que lleva a cabo el mantenimiento de la máquina restablece, inspecciona y prueba los dispositivos de seguridad antes de entregarlos al usuario.			
Hay una persona designada para cada ubicación, que coordina el programa general de protección de la máquina			
El personal autorizado para usar maquinaria solo después de recibir capacitación + demostrar la competencia en sistemas de trabajo seguros, incluida la detección de peligros, y la inspección previa a la utilización de salvaguardas.			
Competencia mantenida a través de la capacitación, entrenamiento y experiencia práctica. La competencia se reevalúa al menos cada 3 años.			
Los líderes de equipo monitorean el uso de la maquinaria en sus áreas de responsabilidad + aseguran el trabajo realizado según los sistemas de trabajo seguros acordados. Los Líderes del equipo recibieron la capacitación adecuada.			

Fuente: Durman by Aliaxis, 2020

Anexo 9. Matriz de evaluación de riesgos basado en HRN Calificación Numérica del Riesgo
(Hazzard Rating Numeric System).

Tipo o grupo de peligro	Origen	Consecuencias potenciales	Comentarios	Evaluación Inicial						Acción requerida	Reevaluación después de tomar medidas						Acción requerida
				LO	FE	DPH	NP	HRN	Nivel de riesgo		LO	FE	DPH	NP	HRN	Nivel de riesgo	
Peligros Mecánicos	Aceleración, desaceleración	Ser atropellado							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Ser proyectado							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Aplastamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Corte o seccionamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Enganche							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Fricción o abrasión							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Impacto							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Inyección							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Cizallamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Pinchazo, perforación							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Asfixia							0 Aceptable							0 Aceptable	
	Energía cinética	Ser atropellado							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Ser proyectado							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Aplastamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Corte o seccionamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Enganche							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Fricción o abrasión							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Impacto							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Inyección							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Cizallamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Pinchazo, perforación							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Asfixia							0 Aceptable							0 Aceptable	
	Partes agudas	Ser atropellado							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Ser proyectado							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Aplastamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Corte o seccionamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Enganche							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Fricción o abrasión							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Impacto							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Inyección							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Cizallamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Pinchazo, perforación							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Asfixia							0 Aceptable							0 Aceptable	
	Aproximación de un elemento móvil a una parte fija	Ser atropellado							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Ser proyectado							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Aplastamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Corte o seccionamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Enganche							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Fricción o abrasión							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Impacto							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Inyección							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Cizallamiento							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Pinchazo, perforación							0 Aceptable							0 Aceptable	
		Asfixia							0 Aceptable							0 Aceptable	

	Partes cortantes	Ser atropellado					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Ser proyectado					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Aplastamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Corte o seccionamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Enganche					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Fricción o abrasión					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Impacto					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Inyección					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Cizallamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Pinchazo, perforación					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Asfixia					0	Aceptable					0	Aceptable	
	Elementos elásticos	Ser atropellado					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Ser proyectado					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Aplastamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Corte o seccionamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Enganche					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Fricción o abrasión					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Impacto					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Inyección					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Cizallamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Pinchazo, perforación					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Asfixia					0	Aceptable					0	Aceptable	
	Caída de objetos	Ser atropellado					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Ser proyectado					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Aplastamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Corte o seccionamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Enganche					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Fricción o abrasión					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Impacto					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Inyección					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Cizallamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Pinchazo, perforación					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Asfixia					0	Aceptable					0	Aceptable	
	Severidad	Ser atropellado					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Ser proyectado					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Aplastamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Corte o seccionamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Enganche					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Fricción o abrasión					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Impacto					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Inyección					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Cizallamiento					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Pinchazo, perforación					0	Aceptable					0	Aceptable	
		Asfixia					0	Aceptable					0	Aceptable	

	Energía acumulada	Ser atropellado						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Ser proyectado						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Aplastamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Corte o seccionamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Arrastre o atrapamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Enganche						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Fricción o abrasión						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Impacto						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Inyección						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Cizallamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Resbalón, tropezón, caída						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Pinchazo, perforación						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Asfixia						0	Acceptable							0	Acceptable		
	Altura desde el suelo	Ser atropellado						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Ser proyectado						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Aplastamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Corte o seccionamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Arrastre o atrapamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Enganche						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Fricción o abrasión						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Impacto						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Inyección						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Cizallamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Resbalón, tropezón, caída						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Pinchazo, perforación						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Asfixia						0	Acceptable							0	Acceptable		
	Alta presión	Ser atropellado						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Ser proyectado						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Aplastamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Corte o seccionamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Arrastre o atrapamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Enganche						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Fricción o abrasión						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Impacto						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Inyección						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Cizallamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Resbalón, tropezón, caída						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Pinchazo, perforación						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Asfixia						0	Acceptable							0	Acceptable		
	Movilidad de la máquina	Ser atropellado						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Ser proyectado						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Aplastamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Corte o seccionamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Arrastre o atrapamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Enganche						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Fricción o abrasión						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Impacto						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Inyección						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Cizallamiento						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Resbalón, tropezón, caída						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Pinchazo, perforación						0	Acceptable							0	Acceptable		
		Asfixia						0	Acceptable							0	Acceptable		

	Elementos móviles	Ser atropellado						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Ser proyectado						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Aplastamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Corte o seccionamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Arrastre o atrapamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Enganche						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Fricción o abrasión						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Impacto						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Inyección						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Cizallamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Resbalón, tropezón, caída						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Pinchazo, perforación						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Asfixia						0	Aceptable						0	Aceptable		
	Elementos rotativos	Ser atropellado						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Ser proyectado						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Aplastamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Corte o seccionamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Arrastre o atrapamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Enganche						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Fricción o abrasión						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Impacto						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Inyección						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Cizallamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Resbalón, tropezón, caída						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Pinchazo, perforación						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Asfixia						0	Aceptable						0	Aceptable		
	Superficie rugosa, deslizante	Ser atropellado						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Ser proyectado						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Aplastamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Corte o seccionamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Arrastre o atrapamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Enganche						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Fricción o abrasión						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Impacto						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Inyección						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Cizallamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Resbalón, tropezón, caída						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Pinchazo, perforación						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Asfixia						0	Aceptable						0	Aceptable		
	Aristas vivas	Ser atropellado						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Ser proyectado						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Aplastamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Corte o seccionamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Arrastre o atrapamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Enganche						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Fricción o abrasión						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Impacto						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Inyección						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Cizallamiento						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Resbalón, tropezón, caída						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Pinchazo, perforación						0	Aceptable						0	Aceptable		
		Asfixia						0	Aceptable						0	Aceptable		

	Inestabilidad	Ser atropellado						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Ser proyectado						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Aplastamiento						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Corte o seccionamiento						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Enganche						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Fricción o abrasión						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Impacto						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Inyección						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Cizallamiento						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Pinchazo, perforación						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Asfixia						0	Aceptable						0	Aceptable	
	Vacío	Ser atropellado						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Ser proyectado						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Aplastamiento						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Corte o seccionamiento						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Arrastre o atrapamiento						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Enganche						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Fricción o abrasión						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Impacto						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Inyección						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Cizallamiento						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Resbalón, tropezón, caída						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Pinchazo, perforación						0	Aceptable						0	Aceptable	
		Asfixia						0	Aceptable						0	Aceptable	
	Otro	Otro						0	Aceptable						0	Aceptable	


Fuente: Durman by Aliaxis, 2020

Anexo 10. Guia para la elaboración de programa de capacitación

<div><div><div><div>Durman</div><div>by aliaxis</div></div><div><div>aliaxis</div></div></div></div>																		
N°	Tipo	Evento / Curso / Entrenamiento	Tipo de Desarrollo	Instructor /Entrenador/Facilitador	Lugar	Dirigido a: (Área o Nombre del personal)												
						Comité Gerencial	Comision de Salud Ocupacional	Supervisores	Jefaturas	Rotomoldeo/Ricklock	Mantenimiento	Extrusion	Inyeccion	Cabezales	Pegamentos	Calidad	Mezclado	Supply Chain Patios
1	Mensual																	

Fuente: Durman by Aliaxis, 2020

Anexo 11. Guia para la elaboración de programa de capacitación

<div><div></div><div>PLAN ESTRATÉGICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA GESTIÓN EN SSO DURMAN</div></div>																																						
ELEMENTO	ACCIONES A DESARROLLAR	STATUS	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
		Pendiente																																				
		Pendiente																																				
		Pendiente																																				
		Pendiente																																				